



العِلْم الجَسور

سبعة علماء يُغيِّرون عالمنا

تأليف : تيد انتون

ترجمة : مصطفى ابراهيم فهمي

المشروع القومي للترجمة

513

المشروع القومى للترجمة

العِلْم الجَسور

سبعة علماء
يُغيِّرون عالمنا

تأليف : تيد أنتون

ترجمة : مصطفى إبراهيم فهمى



٢٠٠٣

المشروع القومى للترجمة

إشراف : جابر عصفور

– العدد : ٥١٣

– العلم الجسور

– تيد أنتون

– مصطفى إبراهيم فهمى

– الطبعة الأولى : ٢٠٠٣

هذه ترجمة لكتاب :

Bold Science

Seven Scientists Who are Changing our world

By

Ted Anton

W . H Free man and Campany

شارع الجبلاية بالأوبرا – الجزيرة – القاهرة ت ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس : ٧٣٥٨٠٨٤

El Gabalaya St, Opera House, El Gezira, Cairo

Tel. : 7352396 Fax: 7358084.

المحتويات

إلى ذكرى هارى أنتون

الذى علمنى أن أكون جسورا

" يستطيع العلم أن يفسر الناس

ولكنه لا يستطيع أن يَفهمهم " .

إ . م . فوستر ، " نهاية هوارد "

شكر

حتى أؤلف هذا الكتاب أجريت أكثر من مائة وخمسين لقاء مع باحثين عبر العالم كله . وأود أن أشكرهم جميعا للوقت الذى اقتطعته من جداول عملهم المشحونة ليتحدثوا إلى . وقد أعطانى البعض ما يزيد عن الإسهام بوقتهم ، ومن بينهم يقينا كريج فنتر . وسوزان جرينفيلد ، وجيف مارسى ، وبولى ماتزينجر، وسول بيرلموتر، وجريتشين دايلى . وما كان يمكن أن تتم كتابة " العلم الجسور " إلا بما لديهم من صبر وإخلاص .

وهناك الكثيرون من الباحثين الآخرين الذين منحوا وقتهم لى بكرم ، يجعلنى أقر بما بذلوه لى من عون مهم . وأود أن أشكر بوجه خاص أولئك الذين ابتعدوا زمنا عن عملهم حتى يساعدونى ، بما فيهم رالف وولف ، وتونى كيرلفاج ، وأرافيندا تشاكرافارتى ، ودافيد سميث ، وكارل بنيباكر ، ودافيد ستال ، وجارى أولسن ، وورون شوارتز ، وبول بتلر ، وستيف إيميت ، وإفرايم فوكس ، وديبرا فيشر ، وبيتر أتكنز ، وستيف ماران ، وسوزان بارنز ، وكيفن آبس ، وروبرت كيرشنر ، وبول إرليخ وألكسى فليبينكو .

أود أن أشكر شكرا خاصا مجموعة من مساعدى الباحثين ، من بينهم إيمى لابرى ، ويلندا جوردون ، وستيفانى دوكين ، كما أشكر إيلين مورفى لتوجهاتها المتبصرة ، هذا وقد وفر لى مجلس أبحاث جامعة ديبول منحة بحث صيفية ومنحتى أبحاث تنافسية فى سياق عملى هذا ، وعندما بدأت رحلاتى فى سياتل ، وفر لى كيم وباتريك ماك روبرتس بكرمهما المأوى والصحبة الطيبة ، وما كان لهذا الكتاب أن يتم من غير هذه المساعدة .

قرأ أصدقاء وزملاء عديدون مخطوطة الكتاب فى مراحل شتى منه ، وكان من بينهم جيمس فيرهال ، وستان كون ، ووليام هينيجان ، وجوناثان جروس . وأود أن أشكر طلبتى فى جامعة ديبول الذين قرأوا فصولا من الكتاب وعلقوا عليها ، وقد استفدت فائدة هائلة من نفاذ بصيرتهم ، وهناك قراء آخرون للكتاب أضافوا إليه من معرفتهم الحكيمة بما فيهم آن فنكباينر ، وريك ماك كورت ، وديبورا بلوم .

وإذ أذكر كل هؤلاء الأفراد أبادر لأضيف أن أى أخطاء فى هذا الكتاب وملاحظاته واستنتاجاته إنما ترجع تماما إلىّ أنا .

أما بالنسبة لدار و. هـ فريمان وشركائه ، فأود أن أشكر شكرًا خاصا ميشيل جوليت الذى ساعد بحماسته وحكمته فى توجيه هذا المشروع ، كما أشكر محررة المشروع الحكيمة الصبورة جورجيا لى هادلر ، والمصممة كمبرايا (ماجاليس) فيرناندس ، ومنسقة الإنتاج جوليا دى روزا ، ومحرر النسخ الممتاز أندرو كود لاسيك، وأشكر أيضا وكيلة أعمالى إيلين ليفين التى أدارت الأعمال لصنع هذا الكتاب . وأوجه أقصى تقديرى الخاص لزوجتى ماجا ، التى تحملتنى مرة أخرى فى أسفارى ، وطول ساعات عملى وتقلبات مزاجى عند الكتابة .

يدور هذا الكتاب حول ما للفكر من فعل سريع ماكر . يتلكأ الباحث منا وراء محاضرة ، أو يلاقى أغرابا ، أو يتمسك بفكرة تتجاوز أيا مما يظن الآخرون أن له أهمية . ومهما كان عدد اللقاءات التى يجريها المؤلف كثيرة فإن إعادة تقصى مسار عملية الإبداع هذه لمهمة صعبة . وسنجد أن إعادة رواية الأحداث التى أدت إلى تبصر جديد ، والتوليف بين عقول كثيرة عملت معا فى إخفاقات أليمة ، وأفكار مستحوذة تشبه استحواذات الطفولة ، كل هذا يشبه نوعا محاولة تعريف مالا يمكن تعريفه . وقد تختلف الذكريات عن الحدث الواحد . وهكذا فعندما كنت أعتمد على اللقاءات الشخصية لإعادة بناء بعض الأحداث أو بعض العمليات الفكرية ، كنت أراجع ما يقال لى إزاء ما ذكره أفراد آخرون ساهموا فى الأمر وإزاء المصادر المنشورة . وقد حدث فى حالة أحد الأرقام الصغيرة أن أشرت إلى تغيير فى الاسم لحماية خصوصية أحد الأفراد .

الفصول التالية فى الكتاب هى المحاولة التى بذلتها لاستيعاب ما يوجد من إثارة فى تلك الأفكار الجديدة التى تحوّل عصرنا ، وأحسن ما يأمله المرء هنا هو أن يصل إلى تمثّل منصف للأمور ، فيه توضيحات بالاستعارة المجازية والتقريب ، بالنسبة لعملية ما زالت فى صميمها تعد من الأسرار .

مقدمـــة

بدا وكأن رحلة الطائرة من طوكيو إلى واشنطن العاصمة رحلة لا نهاية لها . كان ذلك فى ١٩٩٠ ، قبل زمن الهواتف الهوائية وكمبيوترات الحجر، وهكذا ظل ج . كريج فنتر وحيدا مع أفكاره طيلة ساعات فوق ظلمات المحيط الهادى ، وكان وقتها يعمل باحثًا فى الرابعة والثلاثين من عمره .

وانسابت وئيدا فى ذهنه ذكريات جولته فى اليابان ، كان قد استمتع بإلقاء محاضرات عن أبحاثه التقليدية فى بيوكيمياء العقل ، أما ما كان يفتنه حقا هو وجمهور مستمعيه اليابانى فهو الدراسات الوليدة عن الجينوميات ، البرنامج الوراثى الكامل فى نواة الخلية . كان الكأس المقدس الذى ظل يشد انتباه العلم طوال السنوات الأخيرة هو الكشف عن طريقة عمل دنا (*) ، وطريقة تشكيله للهوية وللحياة والموت . ولكن على الرغم من كل أوجه التقدم فى دراسة دنا ، فإن تعيين جين واحد من الجينات البشرية كان يستغرق سنوات كثيرة . ويبدا أن هذه مشكلة متعثرة : فأفراد البشر ربما يكون لديهم مائة ألف جين ، والذبابة لديها أكثر من عشرة آلاف . وهكذا فإن حل الأسرار النهائية للحياة يبدو وكأنه يكمن بعيدا فى المستقبل .

ومع أن فنتر كان باحثا ناجحا تشهد بعلمه مقالات علمية كثيرة ، فإنه كان غير راض . شب فنتر وهو فتى فى كاليفورنيا ، حيث كافح فى المدرسة ، وكان وقتها يفضل رياضة ركوب الأمواج والإبحار بالقوارب ، فقد كان كارها للعلم . ثم اكتشف مأربه فى الحياة فى مكان غير متوقع ، فى فيتنام ، حيث تعلم فى مستشفى ميدانى ودار للأيتام أن الحياة هشة بما لا يمكن تخيله ، وأنه ينبغى ألا نضيع أى وقت

(*) دنا DNA الحامض النووى دى أوكسى ريبو نيوكلييك وهو المكون الأساسى للجينات أو المورثات . (المترجم)

إلا فيما يكون له أهميته المحورية . وعلى الرغم من أنه كان فى هذا الوقت أصلع وله كل مظاهر الباحث الحكومى النموذجي ، فإنه كان لا يزال لديه ذراعان قويان ودافع قوى مما يكون لدى سباحى المباريات، فهو كلاعب مباراة يحس بالغضب لما فى العلم من قصور ذاتى ، وكان يحشد معمله بمساعدين من الشبان كانوا مثله يشتركون معه فى أن عقولهم قد استحوذ عليها هاجس بأن يشنوا هجومهم على المبادئ الأولى وعلى المسائل الكبرى .

وكان الكثيرون من العلماء اليابانيين الذين لاقاهم يشاركونه الحماس لتخميناته ، وكان هو قد استمتع بما فى مناقشاتهم من أخذ وعطاء . وكان يرى أنه حتى نحل مشكلة علم الوراثة ينبغى أن نخترق بنجاح التتابع (*) الوراثى البشرى بأسره ، كله بالكامل فى نفس الوقت . وأحس هو وعلماء آخرون أنه حتى ينجز المرء ذلك سيحتاج إلى روبوتات ملحقة بالكمبيوترات ، لها القدرة على تحليل آلاف التتابعات فى دنا فى نفس الوقت ، وكانت المشكلة أن قواد البحث فى هذا المجال كانوا يرون أنه ليس لدينا فرصة لجعل ذلك يحدث سريعا ، وكانوا يقولون إنه إذا كان هذا هو الحل فإنه لا يزال يكمن فى المستقبل البعيد ، ويستلزم إنفاقا حكوميا هائلا . ثمة هوة بين معرفة قواعد المباراة وبين لعبها بالفعل ، هوة تتسكع متثائبة تثاؤب الليل خارج نافذة طائرة فنتر .

إلا أن هناك شيئا ظل ينخس فنتر . وبينما هو يجلس فى الطائرة بقى جزء من عقله يعاود الرجوع إلى ميكانزمات الجسد الخاصة به . فالجسم يعرف أوتوماتيكيا كيف يعثر على دنا المناسب ، وإذا أمكن لفنتر أن يطرق هذا الباب ، فربما أمكنه باستخدام أدوات عادية جدا ، وربطها معا بطريقة جديدة أن يفك الشفرة الوراثية على نطاق ضخم . وسيؤدى هذا إلى تحول فى هذا المجال بأن يجعل الصورة الكبيرة مرئية لنا . وبعدها يكون أى شيء ممكنا : مفاتيح الوراثة ، المرض ، وميض الحياة ببنيتها ومعناها .

نحن نعيش فى زمن فريد من ممارسة العلم . فمع نهاية توافر الأموال بسهولة أثناء الحرب الباردة ، ومع انتهاء مشروعاتها ذات الميزانيات الكبيرة، أخذ باحثون

(*) التتابع الوراثى : تتابع القواعد العضوية فى دنا التى تشكل الحروف الأبجدية فى لغة الجينات . (المترجم)

كثيرون – بحكم الضرورة – يستخدمون تكنولوجيات مشتركة عبر العلوم . وجد الباحثون أنهم عندما يستكشفون هذه المنظومات المعقدة استكشافا صغيرا خلاقا ، سوف يستطيعون الكشف عن سر العمليات الأساسية في الحياة ، والفكر ، والكون ، على نطاق جديد . وإذ ولف العلماء بين أدوات رخيصة كالكمبيوترات الشخصية ، والمستشعرات عن بعد ، والإنترنت ، والمنظومات الأساسية للذكاء الاصطناعي ، فإنهم أخذوا يفتحون مغاليق عصور مثيرة ومرعبة في الوراثيات ، والمنظومات الإيكولوجية ، وعلم الكونيات ، وعلم الأعصاب .

ناقشت كتب كثيرة بزوغ فجر هذا القرن من الانتصارات العلمية – الحياة التى تُهندس ، والذكاء الذى يُعجل ، والتحكم الجديد في منظومات الطبيعة المعقدة . ولكن أحدا لم يشرح ما هي " الطريقة " التى ستقع بها أحداث هذه الألفية الجديدة ، ما هى الطريقة التى يقود بها أفراد معينون عند لحظة معينة فى التاريخ مجالات بحثهم ليحدث تحول فى قدرها ؟

يعطى هذا الكتاب صورا من بروفيل لسبعة من الباحثين فى العلم النفعى فى مجالات أساسية تغير من عالمنا . وقد اتبعوا فى أبحاثهم طرائق تناول خلاقة شكسة نتجت فى جزء منها عن الدمج الجديد بين مجالات لا علاقة بينها ، ساهم فيها فى اللحظة نفسها محترفون وهواة عبر العالم كله ، بما يشبه كثيرا نشأة عصر النهضة باكتشاف أوروبا للسفر ، وللمعرفة العربية والشرقية والكلاسيكية ، وكذلك نشأته بانهيار تراتب الطبقات الاجتماعية . كما أن هذا التدفق الجديد نتج فى جزء منه عن التوسع المكثف فى الإعلام العلمى والتفاعل مع الجمهور . وبمعنى ما فإن معظم هؤلاء العلماء يعدون نجوما ، وهم يستفيدون من شبكة ويب ، والصحف والمجلات ، والتليفزيون ، والراديو ، والكتب . ليدعوا الجمهور إلى الانضمام إليهم فى موقعهم عند الحرف من التاريخ .

أنتجت الأجيال السابقة نظريات جميلة – عن اللولب المزدوج لدنا ، ونظرية الكم ، وطبيعة الكون ونفسيتنا – ولكن هذه الأجيال كانت عموما عاجزة عن تطبيق هذه الأفكار . أعطتنا نظرية داروين للتطور نموذجا ديناميًا لتاريخ الحياة ، أما نظرية

أينشتين عن النسبية واكتشاف تمدد الكون فقد وسعت من منظورنا . اعتمد مفهوم هذه النظريات على براهين مبسطة من العالم الواقعي ، وبقيت هناك مشكلة هى الأكثر أساسية : السيطرة على الطريقة التى يجرى بها " تنفيذ " هذه النظريات فى كون واقعى من الاحتمال والصدفة ، عالم يسميه العلم بأنه منظومات معقدة ، ونحن نعرف من داروين مثلا أن الأنواع تتطور ، ولكن ما هى الطريقة التى يحدث بها ذلك على مستوى الخلية أو الجزىء ؟ إننا نكتشف الآن سر هذه الأسئلة .

على أن ما حدث فى القرن العشرين كان تناميا للعلوم الضخمة التى تتزايد أبدا فى تخصصها وبيروقراطيتها ، وهى طريقة تناول نلنا منها انتصارات مثل القنبلة الذرية ، وفيزياء الطاقة العالية ، والهبوط على القمر . وهكذا أخذنا نفكر فى العلم كله كعلم كبير ، فى حين أن الحقيقة هى أن أكثر الاكتشافات أهمية كثيرا ما تم صنعها عن طريق مشاريع صغيرة نوعا تكون أحيانا على يد هواة ، بل وعن طريق الصدفة . ومنذ زمن جاليليو أصبح العلم عادة يتطلب حذقا ، وأصبحت فروعه متداخلة ، كما أصبح له نزعة إنسانية مثل الفن بجميع أشكاله . وكما أن التليسكوب قد ساعد جاليليو على تحويل رؤية الكون لتصبح فى نطاق أكبر ، فبمثل ذلك يحدث الآن أن التوليف بين الكمبيوتر ، والاستشعار عن بعد وغير ذلك من التكنولوجيات يطرح أمام فرق البحث الصغيرة المبدعة الفرصة لتحويل رؤيتنا . ولأول مرة نجد أن رؤية وفهم الصورة الكبيرة للكائنات الحية المتطورة ، أو منظومات المناخ ، أو منظومات النجوم، كلها قد أصبحت إمكانا حقيقيا .

عندما يخبرنا هذا الكتاب عن قصة تلك الفرق البحثية السبع فى مجالات تختلف اختلافا واسعا ، فإن هذا فى حد ذاته نوع من التجريب . وأنا منذ طفولتى أحس بالانبهار من المسائل الكبيرة والعقول التى تتوجه لمهاجمتها . من أين يأتى تفكيرنا ؟ كيف بدأ الكون ؟ كيف تتقدم المعرفة ؟ كم أحببت تلك الكتب التى توضح حياة العقل بكل ما فيها من توتر الروايات البوليسية المثيرة . وإذ أخذت أتابع مسألة من الذى يقود هذا العلم الخلاق ، كنت أتسلل إلى المؤتمرات بما يشبه تسلل الجاسوس ، وأتحدث إلى الخبراء ، والقواد فى المجالات العلمية ، والوكالات الممولة للأبحاث . وتعلمت أن " الموضوعات

الرئيسية الثلاثة فى علم القرن العشرين – الذرة والكمبيوتر والجين " ، عندما نستشهد بهارولد فارموس مدير المعاهد القومية للصحة – أخذت تندمج معا لتؤدى إلى ' تثوير القرن الحادى والعشرين ' حسب كلمات الفيزيائى ميتشيو كاكو . على أنى أود الآن أن أعرف ما الذى يحدث ، ومن الذى يقوم به ؟ ولم يكن من الصعب الكشف عن أسماء الباحثين المبدعين ، فقد وجدت أن الأسماء نفسها تطلع لى المرة بعد الأخرى فى المؤتمرات والمقالات .

اخترت أن أركز على مجالات علمية وهى فى المرحلة الوسط من تغيرها ، أى وهى فيما يحتمل على الحدود من طريقة جديدة لفهم العالم . وتتضمن هذه المجالات علم الوراثة ، حيث هناك إمكان للتوصل إلى تعيين الهوية الوراثية البشرية تعيينا يوشك أن يكون كاملا ، وهذا حسب ما يقوله فرانسيس كولنز بالمعاهد القومية الصحية " أعظم تقدم علمى واحد قد صنع قط " . ولدينا هنا كريج فنتر الذى أنشأ الكثير من التكنيكات التى دفعت أماما بالثورة الجينية . وعلم الأعصاب أيضا هو أحد المجالات العلمية التى أصبحت فى المرحلة الوسط من تغير مشوش . وسوزان جرينفيلد هى على نحو مطلق أول امرأة ترأس المعهد الملكى المبجل بإنجلترا ، وهى تجسد – بطرائق كثيرة الأوجه – الخلافية الحالية فى دراسة العقل . كما أن علمى المنظومات الإيكولوجية والفلك – عالمنا والعوالم الأخرى – يتفجران أيضا بمقاييس جديدة للرؤية . وقد تغير فهمنا للفضاء الخارجى تغيرا أساسيا على يد جيفرى مارسى مكتشف الكواكب خارج المنظومة الشمسية ، وسول بيرلموتر رائد استكشاف السوبرنوفا . أما فوق كوكبنا فقد أدت الصلة الجديدة بين علمى الاقتصاد والإيكولوجيا إلى أن تقوم البيولوجية جريتشين دايلى عالمة الحفاظ على البيئة ، باستكشاف نظرة للطبيعة من خلال منظومة فروع علوم متعددة . ثم هناك فى شأن الصحة ما كتبه الكثيرون عن عصر قادم لحياة تمتد طويلاً من خلال هندسة أجزاء الجسم ، ومن خلال علاجات جديدة للأمراض ، وتعمل فى هذا الاتجاه عالمة المناعة بولى ماتزينجر لتربط بين الفكر الكلاسيكى وبين أحدث ما فى الطب . وأخيرا هناك ما حدث فى البيولوجيا من الكشف عن أشكال جديدة من الحياة ، لعلها أرحب من كل الحياة التى عرفناها حتى الآن ، الأمر الذى أدى إلى جيشان نتج معظمه عن الأبحاث الرائدة لعالم التطور كارل ويز .

يطرح هذا الكتاب أن العوامل الداخلية للاكتشاف تحمل المفاتيح لمعنى عصرنا . وهؤلاء العلماء بأخطائهم وانتصاراتهم ، وأوجه تعاونهم وغشهم ، وجلدهم وقسوتهم ، وخدرهم وتبصرهم ، إنما يشيرون إلى وجود لحظة جديدة فى العلم ، تستطيع فيها فرق البحث الصغيرة أن تفكر على نحو أكبر كثيرا من أى مما سبق . وقد وجدت فى هؤلاء العلماء تفتحا رائعًا عند مناقشة أفكارهم فى مسألة التحولات الأساسية التى ستفد على العلم . ولولا أن رغبتهم كانت رغبة بالغة فى هذا ، لما أمكننى أن أنطلق معهم بعيدًا جدًا هكذا . وأود أن أشكرهم على ما أخذته من وقت من جدول عملهم المشحون ليتحدثوا معى .

كُتب هذا الكتاب لإماطة اللثام عن العادات الذهنية لهولاء الأفراد أثناء ما يحدث لهم من توتر مع تكشف الأفكار . وقد اخترت سبع قصص تمثل ذلك ، ووضعتها جنبا إلى جنب كنوع من سيرة مقارنة أو سرد مقارن فى بحث كبير عن مفاتيح الإبداع لعصرنا . وقد اخترت هؤلاء الباحثين لأنهم يبرهنون على طرائق وتناولات مختلفة لمعمار التغيير ، وهم ليسوا جميعا ممن يستخدمون الكمبيوترات ، وليسوا جميعا مقبولين فى مجالاتهم قبولا كاملا .

وينتمى الكثيرون منهم إلى معاهد أكثر جدة من غيرها أو معروفة بدرجة أقل ، أو أنهم أصلا من شركات خاصة . وبعضهم مصدر لخلاف عميق . وقد حصل قلة منهم على ثروات مالية . وهناك أجزاء فى أبحاث بعضهم موضع شك وتناقض ، حيث إن البعض منهم يضع نفسه عند شفا حرف ما يكونه العلم أو ما ينبغى أن يكونه . وهم علماء لهم أهميتهم لأن أبحاثهم تساعد على تشكيل سياسات عصرنا واكتشافاته . على أنى عندما أختار يلزم أن يُترك البعض خارج الاختيار . وأخيرا فليس هدف هذا الكتاب أن يوفر نظرة شاملة للحاضر ، وإنما هدفه أن يكشف عن أنماط الفكر التى تشكل المستقبل .

وكما أن القرن الماضى قد شهد تحولا فى القوى الاقتصادية يتأسس على تكنولوجيات الزيت والكهرباء للماكينة – الأداة ، فنحن بالمثل نشهد الآن تحولا مماثلا يتأسس على

تآزر الأدوات – الماكينات الجديدة فى الكمبيوترات والتكنولوجيا الحيوية . فهذه الإبداعات فى الربط بين طرائق تنسيق الفعل فى العالم وبين رؤيته ككل أصبحت تغير ما يستطيع العلم أن يراه . ويصل هذا التغيير فيما يستطيع العلم رؤيته إلى تغيير فيما 'يكونه' العلماء . تستكشف هذه المجموعة من القصص كيف حدث لشخصيات معينة أن وصلت إلى المقدمة فى مجالاتها عند لحظة محورية . وسيكشف لنا التفكير فى أمرهم فى النهاية عن سر العقل البشرى والكون الذى يدركه .

كتاب الحياة

كريج فنتر وجينوميات بندقية الرش

- ١ -

كان الجو حارا . وانتشرت فى أكواخ مستشفى كونست رائحة التراب ، والمطهرات ووقود الديزل . وتوهجت الشمس بينما كانت طائرات الهليكوبتر تثير ضجيجها فى كل ساعة . كان كريج فينتر فى فيتنام ، خارج دانانج ، يعمل فى فرز المجروحين الذين تحملهم الطائرات للمستشفى . كان وهو فى الحادية والعشرين من عمره هو الذى يقرر من الذى ينبغى إنقاذه ، ومن الذى بلغ من سوء حالته ألا داعى لأن تُضيَّع فى علاجه موارد ثمينة . ولما كان عليه أن يراوغ الصواريخ فى كل ليلة فقد كره عمله هذا ، ولكنه أيضا كان مفتونا به فتنة مَرضية . كان فنتر طالبا فقيرا فضَّل ركوب الأمواج على مدرسته الثانوية فى كاليفورنيا ، ولكن تقلبات المسار أوصلته لأعمال الفرز الطبى أثناء الحرب عندما حصل على أعلى درجة فى اختبار الذكاء الذى أجرى على ثلاثين ألف فرد من مجندى الأسطول .

وهكذا رأى بنفسه رؤية مباشرة نزوات الحياة التى لا تصدق . فهناك مثلا فتى مات بجرح صغير من رصاصة فى رأسه . لم يكن يبدو أى أثر للرصاصة إلا بالكاد . وساعد فنتر فى إجراء الصفة التشريحية للجثمان ، ودراسة مخ الفتى لمعرفة ما حدث . كانت الرصاصة قد تركت أثرا بالكاد من غير أى ضرر ظاهر آخر ، الأمر الذى ذكره لمراسل صحفى فيما بعد . وأذهله أن يكون فى هذا ما يكفى لقتل أى شخص . وفى مرة أخرى رأى فنتر جنديا لا يكاد سنّه يصل إلى الثامنة عشرة ، وقد أصيب بجروح عديدة ، وفقد

معظم أمعائه . وقدر الأطباء أنه سيعيش لساعات معدودة ، ولكنه عاش لأسابيع فى المستشفى وهو يتحدث عن رغبته فى أن يعود إلى الوطن وأن يلعب كرة السلة . وتعجب فنتر من أن هذا الفتى عاش تقريبا " من غير أى أحشاء ، لمجرد ما لديه من تصميم " ، بينما مات الفتى الآخر وهو لا يكاد يظهر فيه أى جرح ؟

بعد أن عاد فنتر إلى منزل والديه فى ضاحية من كاليفورنيا ، ظل يسأل نفسه أسئلة كبيرة بسيطة . لماذا يعيش هو بينما الأصدقاء من حوله يموتون ؟ والتحق بمعهد عال فى سان ماتيو بفكرة أن يصبح طبيبا فى العالم الثالث . كان قد رأى القرى وهى تُقصف بالقنابل ، والأطفال وهم يتيتمون ، وآلاف من الشباب وهم يموتون . وتدريجيا أصبحت فكرة أن يصير طبيبا غير كافية له . وأخذ يسأل نفسه : ما هو فى المقام الأول ميكانزم الحياة ؟ .

حدث بعد ذلك بثلاثة وثلاثين عاما أن كان كريج فنتر مازال يسأل هذه الأسئلة . وقد وقف على شفا إنجاز واحد من أكبر الإسهامات فى فهم الهوية البشرية . كان فنتر يعمل وقتها فى شركة جديدة للتكنولوجيا الحيوية اسمها سيليرا تقع فى الريف على مسافة رحلة قطار يومية شمال واشنطن العاصمة ، وهو يعمل على إنهاء أول فهرس يصنف البلايين الثلاثة لبتّات (*) المعلومات التى تشكل كل الشفرة الوراثية للإنسان . وذكرت عنه صحيفة "التايمز" اللندنية أنه واحد من أهم ثلاثة علماء فى هذا القرن ، وأنه سوف يتغلب على مشروع حكومى أمريكى مشترك يكلف ثلاثة بلايين دولار تشارك فيه مجموعة معامل جامعية ، فيفتح فصلا جديدا فى تاريخ البيولوجيا .

معظم الناس متنبهون لثورة الجينوميات إن لم يكونوا متنبهين للمصطلح . والجين هو وحدة مفردة للحياة ، بينما الجينوم هو كل مجموعة الجينات فى أحد الكائنات الحية . ومنذ زمن قصير ، كان تحديد التتابعات فى جين واحد أو تحليله يستغرق سنوات بأكملها ، ولكن حتى نفهم الجينات لا يمكن أن ندرسها وهى فرادى . والإنسان لديه مائة ألف جين ، كل منها فيه آلاف من الحروف ، وهذه الجينات تعمل

(*) البتة bit رقم ثنائى يكون إما صفرا أو واحدا وهى أصغر وحدة معلومات فى معالجات الكمبيوتر . (المترجم)

مصحوبة بأنسجة أخرى ، وبتفاعلات بيوكيميائية معقدة ، وبالبيئة ، والصدفة ، لتصنعنا بما نحن عليه . وحتى يفهم المرء حقا شأن المرض والشيخوخة والهوية والحياة والموت ، فإنه يجب أن يعرف الجينوم كله . ويتطلب الحصول على هذه المعرفة أن نعرف علوما متعددة ، وتكنيكات مُؤتمتة ، وتمويلا خلاقا ، وقدرة على المقامرة .

على أن رؤوس المواضيع المحيطة بالجينوم البشرى تلمّح إلى ما حدث من تغيير فكرى عميق – تغيير يتجه مما هو اختزالى إلى ما هو شامل، من الخلية إلى الكائن الحى كله ، من الجين إلى الجينوم . وكما حدث حماس حول الجراحة فى القرن الثامن عشر ، فإن ثورة الجينوميات هى جيشان يمتد بعيدا بما يتجاوز العلم ، ويكتمل بالانفعالات والغضب والعنف والمبالغة والخلافات الأخلاقية وكنوز المال التى تتولد عن أى طفرة مفاجئة فى قدرة البشر . ويقول فنتر : ´إن هذا لهو انفجار أسّى . سوف ندرك بعد أن تمر مائة سنة من الآن أن هذه اللحظة كانت لحظة محورية فى التاريخ البشرى´ .

كان فنتر وهو فى مركز هذا الإعصار يجلس فى مكتب مريح بينما هناك اثنان من كلابه المميزة من نوع البودل – أحدهما (كريكيت) ينام على أرضية الغرفة والآخر (شادو) يدفعنى بعيدا عن مكانه فوق الكرسى ذى المسند بجوار المدفئة – وكان هذا فى يوم من فصل الشتاء حيث زرته لأول مرة فى أول معهد بحث له فى ١٩٩٧ . وكان مكتب زوجته ملحقا بمكتبه ، وهى زميلته عالمة الوراثة كلير فريزر. زيّن فنتر جدران مكتبه بإطار فيه قراءة طالع لليوم الذى نشر فيه لأول مرة الشريط الوراثى الكامل لأحد الكائنات الحية ، وهناك مذكرة عن عطلة نهاية أسبوع ثقافية مع بيل وهيلارى كلينتون ، ونموذج ليخته ״الساحر״ . ولما كان فنتر من النوع المندفع المقاتل فقد كان يدير معمله إدارة غير تقليدية . فهو يسمح لمساعديه بسماع موسيقى ´الروك أند رول´ فى صخب . وينظر فنتر إلى النافذة وسط إحدى أفكاره ليشير إلى قوس قزح الشتاء فى الخارج . ثم يبحث فوق مائدة الاجتماع عن لقطة مصورة لقوس قزح مزدوج فى الكاريبى التقطها من يخته ״ الساحر ״ .

وفنتر غنى ، وكان وهو فى المركز من خضم الخلافات يطلق صواريخه ويقوم أثناء ذلك بتحويل مسار ممارسة البيولوجيا . وعندما يستطيع أحد الباحثين أن يصبح ثريا

هكذا من دراسته للجينات البشرية ، فإن هذا يكون بمثابة علامة مميزة لعلم جديد مكوّن من منظومات معقدة يغير من حياتنا ومن الطريقة التى يحدث بها العلم .

وقد أمكن إنجاز هذا كله إزاء احتمالات تكاد تكون مستحيلة . يتذكر فنتر أنه بعد أن ناضل فى المدرسة الثانوية ، وأدى خدمته العسكرية فى فيتنام ، فإنه "بدأ تعليمه من الصفر" ، "لم يقدم لى أى شىء على طبق من فضة" . وبدأ يعمل كبيولوجى مغمور خذلوه فرفضوا فى أول أمره أن تُعطى له منحة حكومية فى الوراثيات .

أبرز علامة مرئية فى ثورة الجينوميات هى سباق فنتر مع المشروع المشترك للحكومة والجامعة الذى خصص له ثلاثة بلايين دولار وسمى مشروع الجينوم البشرى ، وقد خطط له أن يفسر الشفرة الوراثية للإنسان بحلول ٢٠٠٣ ، ويمكننا القول بأن هذه كانت طريقة العلم التقليدى لتناول الأمور ، أما فنتر فقد خطط لإنجاز ذلك بحلول ٢٠٠٠ . ويمكننا القول أيضا بأن هذا أحد الأشكال لطريقة جديدة لأداء العلم .

لماذا أصبح هذا المطلب العلمى سباقا ؟ وكيف أصبح فنتر يقوده وهو أحد الخوارج على إطار العلم التقليدى ؟ لقد تم صنع هذه الثورة باستخدام أدوات الربط ، فقد قام فنتر بأتمتة أجهزة تحديد تتابعات دنا لتشكل معا هى وبرامج التبديل(*) للكمبيوتر ما يشبه أدوات غير متوقعة فى جراب ساحر من عصر النهضة فيها ما يعد بتحول فى الثقافة . وها هى قد أخذت فعلا تغير من طريقة حياتنا . وحتى نفهم الطريقة التى حدث بها ذلك يجب أن نبدأ من أحد الأديرة فى النمسا .

- ٢ -

كان جوهان جريجور مندل (١٨٢٢ - ١٨٨٤) راهبا مفتونا بالطقس ، والبقع الشمسية ، والسفر فى الزمان ، وتهجين النباتات . وأخذ فى تربية نبات البسلة ليكتشف الأنماط الأساسية فى الحياة ، كما كشف عنها علماء التنوير فى السماوات . وظل مندل

(*) برنامج التبديل: assembly program برنامج يعمل على بيانات رمزية مدخلة لينتج منها أوامر آلة ، مثل ترجمة رموز التشغيل إلى أوامر تشغيل للكمبيوتر . (المترجم)

لسنوات كثيرة فى برنو بموارافيا يربى الآلاف من النباتات ذات السيقان القصيرة والطويلة ، ثم يهجن بينها ، وصنف كتالوجا فيه ما يقرب من ثمانى وعشرين ألف نتيجة مختلفة . وحدس من هذا التشوش قوانين يفرضها وجود ناقل حى للمعلومات .

وفى ١٩٤٤ أتبع الفيزيائى إروين شرودنجر هذا العمل بكتابه ´ ما هى الحياة ؟ ´ وطرح فى كتابه أن ´ الجينات ´ ، أى ناقلات معلومات مندل ، لم تكن مجرد أشياء رمزية وإنما هى كيانات فيزيقية تعمل حسب قوانين قابلة لأن تكتشف مثل قوانين فيزياء الكم الجديدة التى ساعد شرودنجر كرائد فى اكتشافها . كان فى هذا الكتاب ما ألهم كل من فرانسيس كريك الباحث الإنجليزى الذى طال به الزمن ليحصل على درجته فى دكتوراه الفلسفة ، وكذلك جيمس واطسون وهو شاب أمريكى مندفع ، له شعر مجعد . وأخذا وهما فى كمبردج يبحثان عن ´ ناقل المعلومات ´ عند شرودنجر ومندل ، ولم يبحثا عنه فى البروتينات كما كان يفعل معظم معاصريهم ، وإنما بحثا عنه بين الأحماض ، أو فى حمض دنا بنواة الخلية .

بنى كريك وواطسون نموذجا فى بدروم معملهما . ودخلا فى سباق مع العالم المشهور لينوس بولنج فى كاليفورنيا ، بينما كانت تنقصهما إحدى المعلومات الأساسية فى البحث ، وبينما كان واطسون فى هذا الموقف الحرج ، أتيح له أن يختلس النظر إلى شرائح صور للباحثة اللندنية روزالند فرانكلين أُخذت من تصويرها لدنا تصويرا بلّوريا بأشعة إكس (وسيلة تكنولوجية تستخدم البلورات لإحداث انكسار فى أشعة إكس) . لم تكن فرانكلين قد تمكنت بعد من تفسير صورها بأشعة إكس التى كانت جميلة جمالا غريبا ، ولكن واطسون وكريك خمنا بالضبط ما تبينه هذه الصور : فدنا يظهر فى شكل لولب مزدوج ، وفازا من أجل ذلك بجائزة نوبل .

فى وقت يقارب الوقت الذى كان واطسون وكريك يحتسيان فيه كئوس الشمبانيا فى ستوكهولم ، كان كريج فنتر يشب فى ضاحية سان ماتيو بسان فرنسيسكو . ولد فنتر فى ١٩٤٦ ، وكان له شقيقان وشقيقة . وكان أبوه محاسبا وأمه رسامة ، وأحب فنتر ركوب الأمواج ، ولكنه كان يناضل فى مدرسته الثانوية لأنه لا يستطيع تذكر الحقائق . كان لهذا أثره الضار به وهو يتعلم حسب منهج الاستظهار فى خمسينيات

القرن العشرين ، الأمر الذى جعله يتشكك فى أولئك الذين يستخدمون الحقائق ببراعة كسلاح لهم . وقد قال فيما بعد لليزا بلكين المراسلة الصحفية لجريدة " نيويورك تايمز " ، ليس لدى القدرة على التخيل ، وعندما أغلق عينى لا أستطيع تخيل صورة لزوجتى ، ولا أستطيع تخيل صورة قاربى " .

اتجه فنتر بعد المدرسة الثانوية إلى شاطئ نيوبورت حيث كان يعمل ليلا لينفق على رياضة ركوبه للأمواج أثناء النهار . كان لديه القدرة على أن يحس بعزم المياه مقدما فى عشرة أمواج ، مخمنا أيها الأفضل ليركبها . وعندما أوشك على الوصول لسنة تجنيده للجيش فى ١٩٦٨ ، انضم إلى البحرية حتى يستطيع أن يتبارى فى فرقها للسباحة . إلا أنه حدث أثناء تدريبه أن أعلن الرئيس لندون جونسون تصعيد الحرب وإلغاء الفرق الرياضية العسكرية . وامتحن فنتر فى اختبار معامل الذكاء للخدمة العسكرية فنال أعلى الدرجات حسب ما يقول ، وعين كجندى إسعاف فى المستشفيات.

أدت خبرته فى المعركة هى وعمله فى دار أيتام فيتنامية إلى الوصول به إلى نقطة تحول فى حياته . ويقول فنتر " بقيت حيا طيلة عام بينما مات أفراد كثيرون من حولى ، وإذ رأيت القرى وهى تقصف بالقنابل ، وعالجت الأطفال ، فقد رأيت أفضل وأسوأ ما فى الطب . رأيت موت آلاف من الأفراد فى سنى أو أصغر سنا ، وعندما خرجت من ذلك أحسست أن على أن أفعل (شيئا ما) " .

عاد فنتر إلى كاليفورنيا ليلتحق بمعهد عال ، وأثناء أول فصل دراسى له وهو يتلقى مقررا مطلوبا فى الإنشاء نمّى فنتر علاقة صداقة مع مدرسه للإنجليزية بروس كاميرون . كان كاميرون جديدا على التدريس وأحس أنه ينقصه نفاذ البصيرة فى أمر طلبته الموسرين ، الذين كان الكثيرون منهم يجربون استعمال المخدرات . ومع ذلك فقد لفت فنتر نظره ، ذلك الطالب المولع بارتداء نظارات من نوع بن فرانكلين ، وقد لفت نظره نتيجة " لذكائه وبديهته ، وإحساسه بعدم الأمن بسبب أدائه الأكاديمى السيئ فى المدرسة الثانوية " . طرح كاميرون بروح من ستينيات القرن العشرين ، أنه سيسمح لطلبته بأن يقرروا بأنفسهم الواجبات المخصصة لهم إذا كانت الواجبات التى يقررها هو ليست " مناسبة لأسلوبهم فى التعلم " . وكان فنتر الوحيد الذى قبل الاقتراح .

وكتب سلسلة من القصص عن تدهور صحة مدرس للإنجليزية يدخن السجائر إحداها من الأخرى ، وشُخِّص للمدرس أنه مصاب بسرطان الرئة : ويقول كاميرون متذكرا فى ابتسام أيامه كمدرس ومدخن ، " كان كريج يعرف كيف أن العملية الجراحية تكون رهيبة ، وعندما وصل بالمريض إلى طاولة العمليات قام بوصف ما تبدو عليه الرئتان ، وكل شىءً . وأصبح الاثنان صديقين طوال الحياة .

بدأ فنتر يتوقف جانبا ليتحدث إلى كاميرون عن كتاب كان يقرؤه ، كتاب ' اللولب المزدوج ' تأليف جيمس واطسون . كان واطسون فى قصته هذه عن وصوله لسن النضج يصارح العالم بالوسيلة الماكرة غير المتوقعة التى حدث بها الإنجاز الناجح لدنا . وبعد ذلك بسنوات كان فنتر يشكو من أنه لم يجد لنفسه من يتولاه بالإشراف : وأن ما يفعله فى العلم فيه أصالة أكثر مما يجب . ثم يقول إنه لو كان هناك من سيشرف عليه لكان واطسون صاحب ' اللولب المزدوج ' . وعندما نولف بين ما لفنتر من اندفاع وذكاء ، وتلميحه القوى باعتزاز بالذات ، فإن القصة تتنبأ مقدما ببعض ما سيحدث من الخلافات فى مستقبل فنتر نفسه .

أنهى واطسون وكريك ورقتهما العلمية القصيرة التى أعلنت اكتشافهما فى ١٩٥٣، بفكرة أن دنا فيه ما " يطرح إمكانا لوجود ميكانزم نسخ " للجينات ، وبينما كان فنتر يقرأ الكتاب ، كان الكثيرون عبر العالم كله يبنون بحماس أدوات بيوكيميائية لاستكشاف طريقة عمل " ميكانزم النسخ " . ترك فنتر سان ماتيو بعد سنة ، واتجه إلى جامعة كاليفورنيا فى سان دييجو حيث حصل على بكالوريوس فى الكيمياء الحيوية وواصل دراسته للحصول على دكتوراه الفلسفة فى الفيزيولوجيا والفارماكولوجيا . أما ما كان لا يعرفه فهو أنه سينضم سريعا إلى سباق دنا ، وأكثر من ذلك – أنه سيغير تماما من قوانينه، بما يصل به قدما إلى مواجهة بطل السباق .

- ٢ -

قيل لفنتر فى المعهد الذى تخرج منه أنه لم يعد هناك أى أسئلة متبقية فى البيولوجيا ؛ وأن من الصعب أن يجد مبحثا للدكتوراه يستحق أن يكتب عنه . وأنهى

فنتر البكالوريوس ثم دكتوراه الفلسفة فى زمن قياسى فى قصره يبلغ ست سنوات ، واختير لينضم إلى معمل أحد علماء البيوكيمياء الحاصلين على جائزة نوبل وهو ناتان كابلان ، حيث أخذ يدرس خلايا القلب وما فيها من مستقبلات للأدرينالين ، " تظل هذه الخلايا تنبض حتى لو وضعتها وحدها فى طبق زجاجى ، إنها فحسب لا تتوقف أبدا . وكان على أن أستنتج السبب " .

وتعلم من كابلان كيف يفكر خارج نطاق الفروض السائدة فى أحد المجالات . وربطه معمل كابلان بالبداية الأولى لدراسة البيولوجيا الخلوية ، ويقول فنتر متذكرا ، " تدرب كابلان على يد فريتز ألبرت ليبمان ، الذى تدرب على يد أوتو مايرهوف ، ومايرهوف هو الذى ابتكر هذا المجال " . ولكن كابلان كان لم يعد بعد ناجحا كما كان من قبل . " كان لديه مائتا فرد يعملون له ، وكان يمكن أن تتوفر له عشرة أفكار جيدة فى كل يوم ، ولكن المعمل كان ينقصه التنظيم الذى يتصرف فى هذه الأفكار " . وهكذا رأى فنتر منذ البداية كيف أن أفكارا مدهشة تنهار بالإدارة السيئة .

وبحصوله على الدكتوراه عُرض عليه مباشرة منصب أستاذ ومعمل خاص به بجامعة ولاية نيويورك فى بفالو . وكانت هذه قفزة غير عادية ؛ فقد تخطى ما هو معتاد من العمل بعد الدكتوراه تحت وصاية " أستاذ " . وأحس أن هذه الوثبة سهلت له أن يحافظ على إبداعه ، وأن يثق فى تخميناته . ولما كان ما خبره فى حياته يدفعه إلى بعض الإحساس بالغربة عن مجاله ، فقد واصل فنتر العمل فى خلاياه القلبية ليتحول فى النهاية إلى خلايا المخ .

مرت السنوات وهو يعمل فى بفالو ، وقدم طلبا للترقية والتثبيت فى منصبه وقُبل الطلب . ونشر أوراق بحث وألقى محاضرات . وواصل الإبحار ، وتحرك تدريجيا من مستقبلات الأدرينالين فى القلب إلى المخ ، وقد أصبح مفتونا بكيمياء التفكير نفسه ، واضطلع بوظيفة ثانية كنائب رئيس للعاملين فى وحدة أبحاث للسرطان فى روزويل بارك بولاية مريلاند ، وقدم طلبا لوظيفة فى علم الأعصاب فى المعمل القومى الكبير هناك .

قبل أن يغادر فنتر بفالو قابل طالبة دراسات عليا اسمها كلير فريزر ، وعندما نالت كلير درجة الدكتوراه عرض عليها أحد منافسيه منصبا لما بعد الدكتوراه . أما فنتر فقد

طلب منها أن تتزوجه ، ويقول إنها : " وافقت بشرط ألا أستخدم ذلك قط مرة أخرى كوسيلة لتجنيدها فى صفى " .

استقر فنتر فى مركز مرموق كرئيس قسم فى الأعصاب فى المعاهد القومية للصحة (مقص) . تزايد اهتمامه فى (مقص) بالدمدمات المبكرة لأبحاث الجينات . ولابد بالطبع من أن تكون الشفرة التى تتحكم فى مستقبلات الأدرينالين مما يقبع فى دنا . وكان مساعدوه من الشبان ينجذبون إلى تخميناته وأسلوبه المتحدى ودعمه لهم ، أو كما يقول تونى كيرلفاج الذى انضم له فى ١٩٨٥ ،" لأنه كان له حس بمعرفة ما تكونه الفكرة الكبيرة التالية " ، وشجع فنتر كيرلفاج صاحب الطبع الكريم على أن يلعب بأجهزة الكمبيوتر الشخصية الجديدة التى كانت شركة آبل قد بدأت تسويقها وقتها فى التو، وكان أن خرجت أول ورقة بحث علمية تعلن تحديد تتابع جين لأحد مستقبلات المخ ، ويقول كيرلفاج متذكرا : " أحدثنا هكذا تحولا دراميا ، وبدأنا نتعلم البيولوجيا الجزيئية " .

ظل مطلب تحديد تتابعات دنا لزمن طويل يجذب انتباه أشد العقول مغامرة ، التى تعمل بمنهج العلوم البينية . ويعد فريد سانجر الإنجليزى أحد رواد ذلك، وقد خطا أول خطوة كبيرة فى الوراثيات الجزيئية فى وقت سبق اهتمام فنتر بذلك بعشر سنوات . وأنشأ فريد سانجر فى ١٩٧٧ تكنيكا يمكن فيه قص خيوط جديلة دنا (التى يمكن أن يبلغ طولها ستة أقدام) ، ثم تضخم الخيوط وتحلل فى مادة جيل . ومع أن سانجر كان قد فاز قبلها بسنوات بجائزة نوبل عن أبحاثه على البروتينات ، فإنه قد كسب الجائزة مرة أخرى لابتكاره هذه الأداة التى ربطت مبكرا بين علوم الوراثة والبيولوجيا الجزيئية والبيوكيمياء . وقد صنع أول خريطة جينات لفيروس بسيط كل ما يحويه هو تسعة جينات . على أن الفيروس لا يزيد عن أن يكون قصاصة من دنا . وأدى ما تلى من تحسينات إلى الوصول إلى طرائق لتعيين الجينات فى الكثير من الأشكال الميكروسكوبية للحياة ، وليس فى الفيروسات وحدها ، وإن كانت هذه المهمة قد ظلت تتطلب جهدًا بالغا وتكلفة عالية وكأنها مهمة سيزيف (*) ، فعزل الجين الواحد يستغرق سنوات كثيرة ومئات الآلاف من الدولارات .

(*) فى الأساطير الإغريقية أن الآلهة كلفت سيزيف بحمل صخرة لقمة الجبل لتهوى للقاع ثانية فيعاود حملها للقمة . (المترجم)

هكذا كانت الماكينة الوراثية للخلية ماكينة رهيبة تجمع بين الجمال والنفعية . يشكل اللولب المزدوج لدنا سلما حلزونيا فيه أربع قواعد عضوية مختلفة ، وكل درجة من آلاف أو ملايين الدرجات فى السلم قد صنعت بقاعدتين مربوطتين كيميائيا . ويُصنع الجين الواحد من سلسلة طويلة من " أزواج القواعد " هذه . ثم هناك سلسلة من الجينات داخل نواة الخلية البشرية تصنع بدورها ستة وأربعين كروموسوما (ثلاثة وعشرين من الأم وأخرى من الأب) .

تنقل الجينات معلوماتها الوراثية إلى باقى الجسم عن طريق حمض الريبونيوكلبيك الرسول (رنا الرسول) ، وهذا جزئ شغال يُستنسخ كنسخة من تتابع القواعد فى أحد الجينات ؛ ثم يهاجر رنا الرسول إلى أحد ريبوسومات الخلية ، أو مصانع البروتينات ، ومعه رسالته . وهناك تتم قراءة الرسالة لتكوين البروتينات التى ستصنع أجسامنا وعقولنا المتميزة – أعيننا الزرقاء أو البنّية ، أمزجتنا اللطيفة أو الشكسة ، ميلنا للأوبرا أو الروك العنيف ، قدرتنا على أن نحلم أو نركب الأمواج .. وهكذا دار السباق للكشف عن أسرار دنا .

كان الأفراد الذين بدءوا بناء الأدوات للسعى وراء الكأس المقدسة لتحديد تتابعات الجينات إما شركاء أعمال أو أفراد متنافسين أو زملاء كثيرا ما يكونون قد انتقلوا إلى هذا المجال من مجالات أخرى . وكان من بينهم باحث متطرف المزاج هو كارى موليس بجامعة كاليفورنيا فى سان دييجو ، وكان ينتج لنفسه مهلوساته الخاصة ، وخطرت له فكرة تكنيكه لإعادة إنتاج الجينات فى أنبوبة اختبار وهو يسوق سيارته مع رفيقته متأخرا فى الليل ، وقد سك موليس مصطلح " العلم الديموقراطى " ليصف به طريقة تناول العلم بفريق صغير حسب ما أتاحه تكنيكه . أخذ أفراد آخرون يعيّنون جينات للأمراض ولأخطاء الوراثة ، ولطول العمر . ومنهم فرانسيس كولنز الذى تأهل كطبيب وعمل فى جامعة ميتشيجان ، وهو يقول متذكرا وقد ارتدى سترته الجلدية لقيادة الدراجة البخارية ، " أدركت أن العصر الذهبى الحقيقى يحدث هاهنا " ، وواصل كولنز العمل فى تعيين جين مرض التليف الكيسى ، ثم لينتقل من ذلك فى ١٩٩٣ إلى إدارة معهد الأبحاث الحكومى للجينوم البشرى ، " هكذا استحوذ على التيار تماما " .

- ٤ -

عندمـا قرر كريـج فنتر أن يسعى وراء الجينـات فى منتصف ثمـانينيات القرن العشرين واجهته مشاكل أساسية عديدة : أول كل شىء أن معمله الذى تكلف مليون دولار كان يُفترض أنه مخصص لدراسة علم الأعصاب وحده ، وثانيا ، فإن عزل الجينات كان لا يزال عملية بشرية بطيئة مجهدة ويتطلب قدرا كبيرا من التحديق لقراءة كمية هـائلة من البيانات . وقد استغرق منه تحليل جين واحد ، ينتج بروتينا يعمل كمستقبل للأدرينالين فى المخ ، أكثر من عشر سنوات محبطة ، ويقـول فنتـر عن ذلك ، " أقسمت ألا أفعل ذلك قط مرة ثانية " .

كانت المشكلة أن علاقة الحياة بالجينات المفردة علاقة على نطاق صغير جدًا . ولا يمكن أبدا للمرء أن يقول إن قابيل ذبح هـابيل بسبب خطأ فى أحد الجينات . فحتى نفهم السلوك نحتاج إلى أن نتابع المسارات البيوكيميائية المعقدة التى يمكن لأحد الجينات أن يترجمها إلى صفة ، وحتى نفعل ذلك فإننا نحتاج لكل التتابعات الوراثية ، والترتيب الدقيق لدرجات سلم دنا ، وهذا يشبه الميزة التى تتفوق بها خريطة طوبوغرافية من أغلى نوع على أطلس جيب للعالم عندما نهدف إلى نصب خيمة فى غابة كثيفة غير مأهولة . فسنحتاج إلى ما هو أكثر من خريطة ، سنحتاج إلى تحديد " التتابع " . ويقول تونى كيرلفاج ، " (خريطة) الجينوم لن تحوى إلا علامات طريق بدائية، مثل المدن ، أما (تحديد التتابع) ففيه كل عنوان بكل شارع فى كل مدينة " .

يُعد دنا مبرمَجة مفعمة بالقدرة . ولو أمكن بأى حال أن يصيغ المرء كمبيوتر بدنا ، فسيُحشد فيه قدر من المعلومات يبلغ مائة تريليون مثل للمعلومات المختزنة فى الكمبيوترات الحالية ، وذلك حسب ما يقوله الفيزيائى ميتشيوكاكو . وقد بدا أن مهمة فك بتّات هذه الشفرة القوية مهمة مستحيلة . ثم وقع فنتر على مقال فى مجلة " ناتشر " (الطبيعة) كتبه ليروى هود ، وكان وقتها يعمل فى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا . كان هود قد ابتكر طريقة لأن يربط كل قاعدة من قواعد دنا الأربع مع صبغة مفلورة ذات لون مختلف ، وهناك شعاع ليزر يتابع هذه الصبغات ، وكانت هذه أول خطوة تجاه صنع ماكينة تستطيع فك شفرة الجينات أوتوماتيكيا وبسرعة .

حرص فنتر على أن يعمل على لقاء هود الذى غيرت ورقة بحثه من المنظر العام بين عشية وضحاها . أقر الكونجرس فى ١٩٨٧ أول ميزانيـة لمشـروع الجينوم البشرى ، الذى يهدف إلى ما كان يبدو أنه مطلب دون كيشوتى وهو تحديد تتابعات كل المائة ألف جين بشرى ، ولم يعهد بإدارة المشروع إلا لجيمس . د. واطسون نفسه . وحصل فنتر فى ذلك العام على معمله الذى سمى : موقع (مقص) لاختبار جهاز أولى لتحديد التتابع فى دنا أوتوماتيكيا . وتوصل فنتر لارتباط مع شركة للتكنولوجيا الراقية هى " أبلايد بيوسيستمز " (تطبيقات المنظومات الحيوية) وخصص مساعدة المعمل جينين جوكاين لإجراء البحث الأولى . كان فنتر قد أحس بأنه سيجد مفتاحا لذلك فى جهاز هود لتحديد التتابع ، وهو جهاز لم يكن هود يستخدمه استخداما كاملا . وقد يتهم النقاد فنتر بأنه لم ينجز قط هو نفسه أى بحث أصيل ، فهود مثلا هو الذى تصور الماكينة ، وجوكاين أصبحت واحدة من أفضل الباحثين فى متابعة التحليل المؤتمت . ولكن فنتر هو الذى ضم وقتها الفكرتين معا، فجمع الأجزاء فى كل ، ووضع النظرية موضع التطبيق . ويقول فنتر ، " أنا أشبه بقائد الأوركسترا " ، ولكنه كان أيضا يتصور الموسيقى .

هكذا اكتسب فنتر الآن فى (مقص) دعم جيمس واطسون نفسه . أدرك واطسون أن جهاز تحديد تتابع دنا فيه الوسيلة لامتلاك زمام "ميكانزم نسخ" الحياة ، إلا أن المسار كان صعبا . ولم يكن أى منهما يحاول المبالغة فى قدرة الماكينة المتواضعة . فجهاز تحديد تتابع دنا هو مجرد أداة .

- ٥ -

عندما تابع الباحثون تتابعات آلاف من الجينات واجهوا عقبتين بدا أنه لا يمكن اجتيازهما . وكانت الأولى هى أن نسبة ما يتم التعبير عنه (أو " تشغيله ") من الجينوم البشرى فى الخلية لا تزيد عن ٥ – ٣٠ فى المائة . وهذه هى الجينات التى تؤدى العمل الفعلى للحياة – وتعطينا صحتنا أو مرضنا ، وتكيفنا مع تغيرات بيئتنا . وهى التى تجعل الخلية الكبدية خلية كبدية ، وتجعل الكلية كلية والمبيض مبيضا . ويبدو

بالتالى أن النسبة الباقية من المادة الوراثية ، أى نسبة ٧٠ – ٩٥ فى المائة ، هى مخزن نفاية لعلها قد تخلفت عن أنواع انقرضت من زمن طويل . وما من أحد يعرف الهدف من هذه الخيوط الطويلة طولا هائلا التى تحوى الدنا الخردة أو الدنا الكامن الذى تخلف فى الكروموسومات وكأنه حلقات مفاتيح سائح قديم فى أحد الأبراج التجارية وضعت فى درج منسى . إلا أن الخلية أيضا نوع من مخزن للتحف؛ وهى لا تكاد تتخلص من أى شىء داخلها إلا إن كان مصدرا للخطر . فنحن باختصار متاحف تمشى فوق قدمين .

ودنا الخردة هذا وإن كان يطرح احتمالات خلابة – كأن نتمكن مثلا من متابعة آثار تاريخ تطورنا من الخلايا الأولية حتى الإنسان – إلا أنه يجعل مهمة فهرسة الجينات مهمة رهيبة مثل تمشيط مرج بحثا عن برسيم رباعى الأوراق . وحتى يصل المرء إلى الجينات التى يعبر عنها فإن عليه أن يضيّع شهورا أو سنوات وهو يخوض فى قدر هائل من الخردة .

بحلول الوقت الذى سافر فيه فنتر إلى اليابان فى ١٩٩٠ فى رحلة لإلقاء المحاضرات ، كان الباحثون الآخرون يطرحون استخدام أجهزة الجسم نفسه لإهمال ما يسمى دنا الخردة .، وتحدث علماء عديدون أمريكيون ويابانيون عن استخدام رنا ، الجزىء الشغّال ، كغربال طبيعى يفصل القمح عن القشر ، فرنا الرسول يستنسخ " فقط " الجينات التى يُعبَّر عنها ، ويتجاهل أوتوماتيكيا الجينات غير الفعالة ، وهو قابل للاستنسال (*) والمناولة ، ومثابر فى عمله مثابرة خلايا القلب النابضة التى كان فنتر يدرسها بما يسبق ذلك بعشرين سنة .

ظل فنتر وهو فى رحلة العودة الطويلة للوطن يفكر ويفكر فى هذه المشكلة . وأطلق العنان لعقله ليجوس من خلالها لساعات فوق ظلمات المحيط الهادى . ودنا يماثل كتابا . وإذا كان الجينوم كله هو الكتاب بأسره ، فإن رنا الرسول يمثل نسخة موجزة منه ، نبذ مختصرة للفقرات المهمة . وأخذ فنتر يتأمل فكرة أنه بالاستعانة بتكنيكات سانجر يستطيع المرء أن يعيد تحويل الخيط المنفرد من رنا إلى دنا ، أى إلى جزىء تخليقى من

(*) الاستنسال : cloning وهى الترجمة المختارة فى المعجم الطبى الموحد ، وقد فضلنا استخدامها عن كلمة استنساخ التى تعنى فى علم الوراثة Transcription . (المترجم)

خيطين يسمى دنا التكميلي . والحقيقة أنه كانت هناك معامل عديدة تبحث بالفعل أمر مجموعات أو " مكتبات " لدنا التكميلي تم تخليقها من جزيئات رنا الرسول المستخلص من أنسجة أو خلايا مستنبتة معينة . كانوا يبحثون عن جينات محددة وُجد من قبل أن لها علاقة ببعض مرض أو صفة وراثية ، وظلوا يبذلون فى ذلك شهورا وشهورا وهم يغربلون ويحللون . وكانت المشكلة أنه فى كل مرة يبحث المرء فيها عن أحد الجينات ، يكون عليه أن يغربل المرة بعد الأخرى من خلال المكتبات نفسها . لماذا لا نحدد التتابعات فى كل جزيئات دنا التكميلي مرة واحدة ، ونرتبها فى فهرس رئيسى واحد ؟ نستطيع هكذا أن نبنى مكتبة يلجأ الباحث فى المستقبل إلى استشارتها ببساطة عند الحاجة ، بدلا من أن يظل يبحث كل شيء المرة بعد الأخرى .

سميت هذه الفكرة بأنها استخدام بندقية رش من استنسال دنا التكميلى (سميت هكذا لأن المستعمرات المستنسلة كانت تشبه الطلقات العنقودية) ، وحسب ما يقوله تونى كيرلفاج فإن هذه الفكرة فيها إمكان لأن تكون " عملية اكتشاف جديدة بالكامل ، وليس الدافع إليها هو البحث عن شيء واحد ، وإنما هو أن نسأل قائلين ، حسن ، ما الذى يوجد هنا ؟ فلندع الكائن الحى يخبرنا عن ذلك " . كانت هذه لحظة مثل اللحظة التى صاح فيها أرشميدس وجدتها . وأصبح فنتر لا يكاد يطيق الانتظار لأن تحط الطائرة فى دالاس .

ولكنه عندما وصل إلى معمله (بمقص) فى بيثيسدا، قال له الجميع تقريبا إنه على خطأ . وكان هناك فريق آخر قد حاول تناول المشكلة بطريقة بندقية الرش فى الأنسجة العضلية ، ولم يجدوا إلا جينات قليلة للبروتينات – للأكتين والميوسين . وقالوا له إن كل ما سيستطيع أن يصل إليه هو الجينات القديمة نفسها للنسيج الروتينى.

على أن أحد المستمعين كان مارك آدمز ، وهو باحث شاب من كارولينا الشمالية قد بدأ بحث ما بعد الدكتوراه . كان لدى فريق فنتر ورقة رابحة ؛ فحيث إن فنتر كان يعمل فى قسم الأعصاب ، فإن مجال بحثهم كان نسيج المخ وليس العضلات ، وعهد فنتر لآدمز بأن يحدد جزئيًا تتابع دنا التكميلى فى المخ من المكتبات المتاحة ، وأن يحلل النتائج بواسطة برنامجهم الجديد للكمبيوتر . وأخذوا يتوصلون فى التو تقريبا إلى جينات جديدة ، وتبين فى النهاية أن الأمخاخ تحوى فيضا من الجينات الجديدة . ثم تحولوا إلى

الخصى . وكانت أيضا غنية بالجينات الجديدة ، ولعل هذا ليس فيه ما يدهش . هكذا كانوا يكتشفون المئات من الجينات . وتملك الحماس آدمز وفنتر والتقيا مع كيرلفاج لإطلاق اسم على تكنيكهم الثورى . وبدا فجأة أن الجينوم كله أصبح فى متناول يدهم . ففى وسع المرء أن ينجز فى أسابيع ما كان يستغرق من باحثين آخرين كل زمن حياتهم . واقترح كيرلفاج مصطلح " واسمات التتابع المعبَّر عنه " (وتم) ليطلقوه على التتابعات القصيرة للقواعد التى استخدموها ليصنعوا فهرسا فريدا لجزيئات دنا التكميلى بدون قراءة لتتابعات الجزيئات بالكامل . ورسخ الاسم .

كانت فكرة الواسمات (وتم) علامة لأول إنجاز ناجح ، إلا أنه حدث تقدم ثان بعدها بسنوات معدودة كانت له أهمية أكبر فى ذهن فنتر - ابتكار برنامج كمبيوتر لإعادة تجميع قطع المعلومات التى يولدونها . كانت مكتبات واسمات (وتم) هى المرادف الوراثى لأن نقُص صحيفة نيويورك تايمز ليوم الأحد إلى مئات الآلاف من الجزازات الدقيقة . أما أن يعاد تجميعها تجميعا صحيحا ، فهذا أمر فيه تحدٍّ يتطلب ابتكار برنامج للبحث عن التتابعات الجزئية التى تتكرر فى جزيئات دنا التكميلى المختلفة ، الأمر الذى يدل على أنها متداخلة . كانت هذه مهمة ضخمة .

هكذا أصبحت ثورة الجينوميات على وشك الانطلاق . سرعان ما سيكونون عند الطرف القائد لعلم منظومات جديدة معقدة كانوا يلاحظونه لا غير وينتقدونه . لقد وصلوا الآن إلى القدرة على رؤية العالم ككل ، ثم معالجة أمره فى النهاية . وقد نتجت هذه الثورة ، لا عن تكنولوجيات عالية التكلفة ، وإنما نتجت بدلا من ذلك عن تربيطات خلاقة بين أدوات موجودة - التحليل المؤتمت ، والكمبيوتر الشخصى ، وفى النهاية الإنترنت . ولكن كان لابد وأن تحدث أولا أزمة مهنية .

- ١ -

كان فنتر كلما زاد نجاحا زاد ارتفاع نجمه . وعُين رئيسا لفريق من علماء متخصصين فى علوم عديدة ليستكشفوا فوائد طريقة بندقية الرش ، ولما كان مقتنعا بأنه يمتلك فى معمله التكنولوجيا اللازمة لأن يظفر بجزء مهم من الجينوم البشرى ، فقد

قدم طلبا للحصول على ما يقرب من عشرة ملايين دولار لأبحاث الواسمات (وتم) . ورُفض طلبه ، وقيل له إن سبب ذلك أساسا أنه يطلب مبلغا ضخما بالنسبة لما كان يعد وقتها ميزانية متواضعة لمشروع الجينوم البشرى . على أن فنتر شعر أن واطسون يعمل على تعطيله . فقد خمن أن طريقة فنتر الأسرع فى تناول الأمر ربما تجعل الكونجرس يتشكك فى المبلغ الأكبر كثيرا الذى يتم إنفاقه على طريقة تحديد التتابع التقليدية الأكثر بطئا .

واصل فنتر العمل ، وبحلول يونيو ١٩٩١ كان قد حدد موقع ما يقرب من ٣٤٧ من الجينات ، ووصل خلال سنة واحدة إلى تحديد موقع ٢٣٧٥ جينا آخر . وبحلول نهاية ١٩٩٢ كان قد عثر على ٤٤٤٨ جينا آخر ، أما باقى العالم فلم يكشف إلا عما يقرب من ٢٠٠٠ من الجينات . على أنه كلما توصل إلى قدر أكبر من التمكّن فى عمله زاد البرود فى علاقته بالباحثين الآخرين ، وكانوا يقولون إن تكنيك بندقية رش فنتر تكنيك واضح ، هو مجرد إيجاد علاقة جديدة وليس اكتشافا جديدًا ، وقال أحد الباحثين متشكيا ، " لقد كان محظوظا ، وأى واحد كان فى إمكانه أن يفعل ما فعله " . إلا أنه كانت هناك انتقادات أخرى أكثر إثارة للضجة .

كان النوع السابق من الاعتراضات لحنا شائعا سبق عزفه عند كل ابتكار تقريبا من ابتكارات فنتر ؛ فهناك أفراد آخرون قد أدركوا الأمر ، ولكن فنتر هو أول من جعله فعالا . كان فنتر أثناء ذلك يكمل تعيين خمسة وعشرين جينا جديدا فى كل يوم . وحدث فى ١٩٩١ ، نتيجة لإلحاح من ريد آدلر مدير نقل التكنولوجيا فى (مقص) ، أن طلبت (مقص) تسجيل براءة اختراع لمئات من واسمات (وتم) التى كان فنتر قد حدد موقعها . ووجه السخرية فيما حدث بعدها أن فنتر لم يطلب قط براءة الاختراع لنفسه ؛ والحقيقه أنه هو ومارك آدمز عارضا الفكرة أولا ، ويقول فنتر ، " (مقص) هى التى طلبت البراءة . ولكنى أنا الذى انطلق الجميع للنيل منه . كان هذا وقتا صعبا جدا " .

كان من الشائع تسجيل براءات للتكنيكات الجديدة فى الأبحاث التى تمولها الحكومة ، بل إن هذا كان مهما لتظل الأفكار تنساب بحرية (لماذا سيخبر المرء الآخرين عن تكنيكه إذا كان لا ينال تقديرا عمّا له من فضل فيما يبتكره ؟) . إن الأنسولين مثلا

متاح الآن تجاريا لأن تكنيك عزل الجين البشرى الذى يشفر له قد صدرت له رخصة واستخدم لزرع الجين فى الخنازير . على أنه كانت هناك ضجة متزايدة حول تسجيل براءة لجينات مثل جين الأنسولين . وتساءل من ينتقدون ذلك : كيف يمكن للمرء أن يسجل براءة جين بشرى ؟ كيف يمكن أن يكون الجين ملكا لأحد ؟ والإجابة هى أن من يحصلون على البراءة قد استثمروا مالا فى إنشاء تكنيكات معقدة لعزل الجين ، أو استخلاصه اصطناعيا أو تعزيزه . وحاجّت (مقص) بأن واسمات (وتم) هى تكنيك يمكّن الباحثين من توليد واستخدام المعلومات الوراثية .

إلا أن تسجيل براءة للواسمات جعل الباحثين أكثر غضبا . فهذه الواسمات ليست جينات كاملة ، وإنما هى مجرد جزازات منها ، كيف يمكن تسجيل براءة جزازة لشىء لا نعرف بعد ما تكون فوائده ؟ هكذا قال الباحثون فى انفجار ، وقال أحدهم ، " إن فكرة أنه يجب شراء معلومات يحتاج لها الكثيرون منا ليست من العلم فى شىء " . ونجد فى القصص التى غطت ذلك فى الصحافة ابتداء من " وول ستريت جورنال " حتى " نيويورك تايمز " أنهم ركزوا غضبهم على فنتر . وعندها كانت شهرته بينهم بولعه بالقتال تفوق ما لديه هو نفسه من هذا الولع ، وإن كان لديه منه قدره المعتبر . والحقيقة أنه حدث بعد ذلك بسنوات أن كانت الجمعية الأمريكية للمخترعين تبحث أمر منح فنتر جائزتها السنوية للابتكار . ولم يصدقوه عندما أخبرهم أنه ليس لديه ولا براءة اختراع واحدة باسمه .

كان أسوأ ما فى الأمر أن جيمس واطسون ، رجل (مقص) المشهور عند المراسلين الصحفيين بحضور بديهته ، هو الذى قاد الهجوم . وقال واطسون أن فكرة تسجيل براءات لواسمات (وتم) هى " جنون مطلق " . وزعم مساعد لواطسون أن ، " أى قرد يستطيع أن يفعل ذلك ! " ، وكتبت صحيفة نيويورك تايمز بعدها بأيام أن أحد العلماء بمعمل فنتر ذهب إلى العمل متنكرا فى زى قرد ، والتقط له أصدقاؤه صورة وهو يقرأ كتابا لواطسون .

كان حصاد ذلك تحول فى المسارات المهنية ، وقرر جيمس واطسون كاستجابة للمشكلة الأخلاقية العامة فى تسجيل براءة للجينات أن يكرس نسبة لها قدرها من

ميزانية مشروع الجينوم البشرى لإجراء دراسة أخلاقية ، داعيا نقاد العلم للاشتراك فيها . ولكنه بعدها بزمن قصير ترك مشروع الجينوم البشرى نهائيا ، وعاد إلى منصبه كمدير لمعمل كولد سبرنج هاربور ، وهو معمل كله ابتكار . وإذ خذلت "مقص" فنتر ، فقد أخذ يعمل على متابعة واسمات (وتم) لحسابه الخاص . ولكنه كان ما زال يحس وكأنه هدف مطلوب . كان الهجوم عليه قد زاد سوءا حتى إنه أخذ يفكر فى أن يهجر العلم بالكامل .

على أنه كان هناك أفراد آخرون رءوا وميض المستقبل وأدركوا ما يمكن أن يولده ذلك من مال . كان هناك مستثمر رأسمالى فى وول ستريت اسمه والاس شتاينبرج ، ظل يتابع أبحاث فنتر وفهم ما لها من دلالات هائلة . فبهذه الطفرة الجديدة فى القدرات ، يستطيع المرء أن يبحث بكفاءة عن جينات للشفاء من السرطان أو مقاومة الإيدز أو تأخير عملية الشيخوخة أو الانتخاب للذكاء والبراعة فى الرياضة البدنية . وسيتمكن الباحثون من التماس جينات غير معروفة فى عشائر سكانية معزولة – مثل قبائل غينيا الجديدة ، وعائلات أميش (*) – التى تطرح صفات لا يمكن تخيلها من الصحة والمقاومة ، صفات فيها إمكانات تساوى ثروة ..كثيرا ما تلقى فنتر عروضا للأعمال المالية ، ولكن شتاينبرج كان لديه فى ذهنه أمر مختلف تماما ، من حيث ضخامته واستقلاليته ، وهكذا فقد زار فنتر ليقدم له فى ١٩٩٠ صفقة لا تسنح إلا مرة فى العمر : ٧٠ مليون دولار من أموال عملائه مع معهد خاص لفنتر ، وكان كل ما على فنتر هو أن يعقد اتفاقا مع مرشح سابق لجائزة نوبل هو وليام هازيلتين . ويقوم فنتر بالأبحاث العلمية . بينما تقوم شركة هازيلتين لعلوم الجينوم البشرى (عجب) باستنباط التطبيقات المفيدة ، وسيتولى والاس شتاينبرج البيع .

وقتها جلس فنتر مع كلير فريزر وتحدثا معا فى الأمر . كانت الفرص هائلة . إلا أن الاحتمالات كانت تقزِّم ما يمكن تخيله . ويقول فنتر : " كانت ثورة الجينوم الكاملة لم تبدأ بعد . كنا لا نزال فى مراحلها المبكرة " .

كانت هذه الثورة بالطبع ثورة علمية ، ولكنها كانت تعطى إشارة أيضًا لتحول بموجة مد هائلة فى إدارة العلم والثروات الضخمة التى سوف تتدفق سريعا حتى ولو

(*) جماعة دينية أمريكية متزمتة ، سميت على اسم أسقف سويسرى . (المترجم)

كان ذلك تدفقا فى بحث مبهم فى البيولوجيا الجزيئية . وَقّع فنتر العقد مع شتاينبرج وشركة (عجب) . وهكذا لن تعود الأبحاث الوراثية أبدا إلى ما كانت عليه .

-٧-

أسس فنتر معهد الأبحاث الجينومية (تيجر) (*) فى ساحة صناعية مهجورة فى ٦ يوليو ١٩٩٢ . وانتقل فى النهاية إلى مبنى أنيق على بعد أميال معدودة أسفل الطريق . حيث وضع نمرا نحاسيا خارج مكتب الطابق العلوى الذى كان يشترك فيه مع كلير فريزر . وفى (تيجر) تحدى فنتر عالم الكمبيوتر جرينجر ساتون حتى يبتكر مبرمجة لإعادة تجميع جزازات وشذف دنا التكميلى بأنماط للتعرف عليها . وأسموا البرنامج (ميدال تيجر) (**) ، وبتوليف هذا البرنامج مع طريقة واسمات (وتم) فإن التوليفة تطرح الإمكان لرؤية الصورة الكبيرة ، أى كل جينوم الكائن الحى.

لم يكن فنتر يريد أن يقطع صلاته بالعلم الأكاديمى ، وحدث فى ١٩٩٣ أن التقى بهاملتون سميث الذى كان يعمل بجامعة جون هوبكنز ، وفاز بجائزة نوبل لأبحاثه عن إنزيمات التحديد (***) ، وكان لقاؤهما فى اجتماع عن أخلاقيات علم الأحياء فى إسبانيا ، كان سميث يجلس فى حانة الفندق عندما قدم فنتر نفسه له . ويقول سميث الطيب متذكرا ، " كنت أعرفه بسمعته، وكانت وقتها سمعة ليست جد طيبة " .

إلا أنهما عندما أخذا يتحدثان عن طريقة بدء اشتغالهما بالعلم ، تبينا أن كليهما قد تغيرت حياته بفعل فترة التجنيد فى الجيش . كان سميث قد عمل فى مستوصف ومستشفى فى الأسطول أثناء الحرب العالمية الثانية ، هكذا واصلا حديثهما على العشاء ، ويتذكر سميث قائلا : " اتفقنا فى تصور صحيح للأمور على نحو رائع ، وسألنى كريج إن كنت أود أن أكون فى الهيئة الاستشارية (لتيجر) " ، وفى أول اجتماع للهيئة طرح سميث

(*) TIGR الحروف الأولى من الكلمات الإنجليزية التى تكون اسم المعهد ، وهى قريبة من الكلمة الإنجليزية التى تعنى النمر . (المترجم)

(**) برنامج الميدال Assembler برنامج كمبيوتر وهو برنامج تبديل للغة ترمز بالعلامات الرمزية ، ويتكون من عبارات بسيطة وقصيرة توفر ترجمة سريعة من لغة رمزية إلى لغة آلة . (المترجم)

(***) إنزيمات تستخدم كمقصات بيولوجية لقص أجزاء معينة من دنا فى أبحاث الهندسة الوراثية . (المترجم)

أن يحددوا تتابع كل جينوم بكتريا " الهيموفيلوس أنفلونزى " ، وهى خلية بكتيرية تسبب عددا من العلل ، بما فى ذلك أمراض عدوى الأذن بل وحتى الالتهاب السحائى . كان سميث خبيرا فى "الهيموفيلوس" ، ولم يكن هناك أحد قد حدد تتابع جينوم بالكامل قبل ذلك ، وإذا أمكنهم فعل ذلك فسيكون فيه طفرة هائلة . وإذا فهمنا ذلك فإنه قد يعنى إيجاد علاجات طبية جديدة ، ويقول سميث ، " ولكننا أخذنا الأمر بصرامة على أنه حالة اختبار لطريقة بندقية الرش " .

شجع سميث فنتر على أن يتقدم بطلب للمال من (مقص) . ويقول سميث وهو يتذكر ضاحكا : " باعتبار ما كان لفنتر من سمعة ، فإن طلبا كهذا فيه تحد مباشر لهم . كان العمل على بكتريا إ. كولى " قد استغرق منهم عشر سنوات وكلفهم ١٠-١٢ مليون دولار " . وقال (تيجر) لهم إن أفراده يستطيعون الانتهاء من أمر خليتهم البكتيرية بما فيها من مليونين من أزواج القواعد مقابل نصف مليون دولار .

أثناء انتظارهم للبت فى طلبهم كان أفراد تيجر قد بدءوا العمل فى المشروع لحسابهم الخاص ، ويقول مارك آدامز : " ما كان كريج ليوافق على الإجابة بأن (هذا أمر لايمكن عمله) " ، وكان استقلاله هذا فى العمل أمرا حيويا . ذلك أن (مقص) ما لبثت أن رفضت طلبهم فى يناير ١٩٩٤ . وسجل خطاب الرفض أنه " حتى الآن لا يوجد مثل واحد ناجح لإنجاز تجميع لمليونى قاعدة من تتابع تام ، ولا يوجد أى دليل على أنه يمكن إنجاز ذلك بواسطة مجموعة (تيجر) " .

وضع فنتر الخطاب فى إطار واستخدمه لحث الأفراد العاملين معه . ظل ذلك الفريق الصغير يعمل لساعات متأخرة من الليل لإنهاء أول جينوم كامل لكائن حى قائم بذاته ، كانوا قد وصلوا بالفعل إلى إنجاز ما يقرب من ٩٠٪ من المهمة . وعندما انتهوا فى مايو ، أعلن فنتر إنجازهم الفذ فى مؤتمر للميكروبيولوجيا : أول نص كامل يظهر قط عن كائن حى ؛ وأخذ هو وهاملتون سميث يعرضان الخريطة الكاملة بالشفرة الملونة لجينوم " هيموفيلوس أنفلونزى " . كان هذا إنجازا ثوريا للغاية حتى إن مجلة 'ساينس' وضعت صورة " هيموفيلوس أنفلونزى " على غلافها . وما لبث (تيجر) أن نشر بعدها فى مجلة " نيتشر " ما لديه من تتابع ملون لخمسة وثلاثين ألف جين بشرى .

كانت الصورة فاتنة : بدت الجينومات وكأنها عجلات ملونة فى لوحة تكعيبية، تتفرع فيها أشعة من الواسمات والأرقام . وسرعان ما لحق بها تتابعات جينومية أكثر، بما فى ذلك تتابعات الجراثيم المرضية التى تسبب الزهرى ومرض لايم (*) . وظلت أوراق البحث التى ينشرها (تيجر) لفترة هى أكثر أوراق يتم الاستشهاد بها فى كل العلم . وبدا أن الصور تطرح عند المقارنة إمكانيات لا نهاية لثرائها . وظهرت مشابهة رائعة بين الجينوم البشرى وجينوم معظم الكائنات الحية الأخرى فى الماضى والحاضر – الفئران والديدان ، البكتريا والطحالب ، المستودون(**) وسمك الجيلى . كما أن أعراق البشر المختلفة لديها واقعيا نفس الجينوم . وسواء كنا من الأبورجينيين (***) والإسكيمو ، أو أفراد الكيكويو(****) والقوقازيين ، أو مسلمين ويهود ، فإن ما يوجد من تنوع فينا أقل كثيرا مما يوجد مثلا فى ذباب الفاكهة. كانت الرسالة التطورية هكذا رسالة عميقة .

على أن فنتر كان كلما نظر إلى الصور التى علقت فى أطرها فى بهو مدخل (تيجر) وكأنها لوحات فنية ، زاد إحساسه بنفاد الصبر والإحباط . أصبح من الواضح أن تتابعات الجينوم نفسها لا تطرح بالتخمين منها أى إنجاز ناجح ، ويقول فنتر : " كنت أنظر إلى هذا الشيء الذى عملنا بكل جهد للحصول عليه ، وأنا أتوقع أن أرى فيه بعض إجابة سحرية " .

زادت الدمدمة حول الأرباح المالية لمعهد أبحاث فنتر . وتملك فنتر الاستياء من الأسلوب الذى كانت شركة (عجب) تؤخر به النتائج حتى ترى إن كان لها تطبيقات مربحة . وكان الاتفاق الأصلى أن الشركة ستؤخر فقط نسبة صغيرة من البيانات ، ولمدة ستة شهور فقط . ويقول فنتر لجيمس شريف من مجلة (ديسكفر) : " أدركت الأمر ، فقد كانوا يكذبون " .

(*) مرض لايم مرض فيروسى ينتقل للإنسان بحشرات القرادة ويصيب المفاصل والقلب والجهاز العصبى. اكتشف لأول مرة فى بلدة لايم بأمريكا . (المترجم)

(**) حيوان منقرض يشبه الفيل . (المترجم)

(***) سكان استراليا الأصليون . (المترجم)

(****) قبائل زنجية بكينيا . (المترجم)

رد هازيلتين بأنهم لم يتسببوا قط فى أى تأخير فى نشر البيانات . وأيًا ما تكونه الحقيقة ، فإن العلاقة بين الرجلين كانت تنهار . ولما كان فنتر يريد أن ينأى بنفسه نهائيا عن اتهامه بالانتهازية ، كما كان أيضا مستعدا لاسترداد نقوده ، فإنه باع العشرة فى المائة التى يشارك بها فى أسهم شركة (عجب) فى ربيع ١٩٩٥ وذلك مقابل ٩ ملايين دولار . وبدا أن هذا مكسب مذهل ، ولكن الأسهم زاد سعرها لثلاثة أمثال عبر السنوات الخمس التالية ، الأمر الذى يبين ما يزعمه فنتر من أنه ظل دائما يهتم بالعلم وليس بالمال .

على أن الخلافات كانت فحسب عند بدايتها ، فقد أدى (تيجر) إلى انطلاق نزعة مثيرة . فسرعان ما أخذت شركات أدوية أخرى (’بيج فارما‘) تقامر بأموال ضخمة فى أبحاث لعلاجات وراثية للسمنة ، والمرض ، والاضطرابات النفسية . ويقول ماينارد أولسون ، " لم يكن تحول النموذج الأساسى عند فنتر شأنا علميا ، وإنما كان شأنا إداريا " . وبين عشية وضحاها تحولت مؤتمرات البيوكيمياء ، وبدلا من أن تكون تجمعات لأفراد يغلب عليهم النعاس ، أصبحت وكأنها اجتماعات سرية عن مغامرات مالية بين العلماء ، ومحاميّ تسجيل البراءة والمستثمرين ومعتصرى الأموال. كان أصحاب أوراق البحث العلمية يقفون بحللهم المتكسرة فى الأروقة الخلفية وهم يطرحون بإلحاح بيع تكنيكات جديدة . ومع تزايد الاستثمار وفدت ثقافة جديدة ديدنها السرية . ويقول دافيد كوكس الباحث بستانفورد فى حديث لمجلة " ساينس " : " هناك خوف من أن المعامل لم تعد تنشر أبحاثها . وقد يصبح هذا كابوسا رهيبا " .

وكمثل ، حدث فى سولت ليك سيتى فى ١٩٩٤ ، أن دفعت شركة ميرياد جنيتكس ، وإيلى ليلى وهبريتك المتفرعة من ليلى ١٤ مليون دولار للحقوق التجارية لتطوير اكتشاف جين " بركا ١ " المرتبط بسرطان الثدى . أما شركة آمجن للتكنولوجيا الحيوية فى كاليفورنيا فقد أنفقت فى ١٩٩٥ مبلغ ٢٠ مليون دولار للاستحواذ على الحق المطلق للكشف عن جين يُظن أنه يتحكم فى السمنة ، ووقعت شركة روش فى ١٩٩٧ صفقة لإنشاء شركة صغيرة لأحد الجينات والبروتين المصاحب له المرتبط بالالتهابات . ولم يعد الأنسولين وحده الآن ، وإنما هناك أدوية أخرى كثيرة أصبحت متاحة بسبب الجينات البشرية التى سجلت براءة لها ، ويقول فنتر ، " حدث تحول هائل . فبعد أن كان هناك وقت

تخلفت فيه شركات الأدوية عن المجتمع العلمى بخمس إلى عشر سنوات ، أصبحت هى الآن تسبقه بخمس إلى عشر سنوات ".

ويشير المدافعون عن هذه النزعة إلى ما كان يحدث فى القرن الماضى ، حيث كان هناك علماء لهم مكانة هائلة مثل توماس إديسون (الذى شارك فى تأسيس مجلة 'ساينس' المبرزة كوسيلة لتسريع المعلومات والاستثمار معا) وجورج وستنجهاوس ، ووجه هؤلاء العلماء براعتهم الفائقة إلى السيطرة على شركات جديدة مثل جنرال إليكتريك ووستنجهاوس . يتعرض المستثمرون الجدد لمخاطر هائلة ، ومن المستحيل أن يُقدم دعم مالى من غير أمل فى ربح منتظر . إلا أن من الملاحظ حتى بواسطة من يغرمون ببخس الأمور ، أن إديسون ووستنجهاوس قد انتظرا لفترة ريثما يتم تسويق منتجاتهما ليجنيا أرباحهما .

على أن لكل شيء حدوده حتى فى (تيجر) . فكانت المناقشات تثور فى كل مرة عندما يطلب فنتر نشر كشف جديد ، فيطلب منه هازيلتين أن ينتظر ليروا إن كان هناك تطبيق تجارى لذلك ، ومع هذا فقد كان هناك جانب طريف فى الأمر . فعندما كان فنتر ينشر مقالا عن بحث غامض يطرح أن البشر ربما كان لديهم فقط ستون ألف جين ، أى أقل من المائة ألف التى تُذكر كثيرا فى الأدبيات العلمية ، فإنه كان يتلقى مكالمة تليفونية غاضبة يصرخ فيها صوت والاس شتاينبرج عبر السماعة ، " ماذا تعنى بقولك إنهم ستون ألفًا ؟ لقد بعت فى التو مائة ألف لسميث كلين بيتشام ! ".

كان أشد ما يرغب فيه فنتر هو أن يتابع المسائل الكبيرة . وكمثل فقد حدث فى يونيو ١٩٩٦ حينما وصل معهد (تيجر) إلى تحديد التتابع لثالث كائناته الحية ، أن دخل المعهد فى خلاف عميق حول البيولوجيا الأساسية . فقد نشر أفراده تتابعا لكائن غريب يسمى 'ميثانوكوكس جاناشياى ' يبقى حيا فى شقوق حرارية حول البراكين عميقا فى المحيط ، كان لهذا الكائن أهمية حيوية لأنه يمثل شكلا جديدا من الحياة يسمى الأركيات (archaea) وضع نظريته كارل ويز الباحث فى جامعة إيلنوى ، ويعتقد علماء الفلك أن هذا هو شكل الحياة الذى يبقى حيا على الكواكب والأقمار الأخرى . على أن الأهم من ذلك أن الأركيات كان فيها إيضاح لنظرية لدى ويز مثيرة للخلاف وتدور حول تطور الحياة ، ويمكن أن تغير من بنية علم البيولوجيا نفسه .

هوجمت فكرة ويز ، ولكن تحديد تتابع الجينوم أفاد فى إثبات وجهة نظره . وكانت حقيقة أن ٥٦ فى المائة من جينات "الميثانوكوكس" مجهولة تماما فى البيولوجيا ، تدل على "قلة ما نعرفه عن الحياة" ، وذلك كما يقول دافيد سميث عالم البيولوجيا الجزيئية فى جامعة كاليفورنيا ، وهكذا أصبح العالم مكانا أكثر غموضا إلى مدى بعيد .

سنجد من وجهة نظر البحث العلمى الخالص ، أن التحدى الجينومى أدى إلى علاقة وثيقة كالزواج بين وراثيات مندل الكلاسيكية والجينوميات الجزيئية الجديدة ، أى النظرية والتطبيق . تحدث فنتر فى ١٩٩٦ فى عطلة نهاية أسبوع ثقافية مع آل كلينتون ، عما يوجد من إمكانيات لا تُصدَّق فى الجينوميات بالنسبة للبيولوجيا ، أكثر علم أساسى . وقال فنتر : "يمكننا ، نظريا ، متابعة مسار كل تاريخ الحياة على الأرض ، بأن ننظر أمر كل الجينات التى لم يتم التعبير عنها" . فقد اكتملت دائرة الرحلة بعد أن بدأت فى دير نمساوى منذ قرن ونصف القرن .

وبينما كانت ممارسة فنتر لأعماله مع شركة (علوم الجينوم البشرى) تسبب له المزيد والمزيد من الضيق ، كان هو يرقب الباحثين الآخرين وقد أخذوا يندفعون وراء البيولوجيا الأساسية . وأخذ البيولوجيون يحاولون التحكم فى الكثير من الوظائف المعقدة لميكانزمات الجسم – مثل إنتاجه للأجسام المضادة ، وإشارات الخلية ، وتكنيكات التجديد والترميم . والتطبيقات هنا تمس مجالات تبدأ من حرب الجراثيم حتى الحياة اللا أرضية ، ومن التليف الكيسى حتى الاكتئاب . على أنه كان يبدو أنه ما من مفكر واحد قد قدح زناد طفرة واحدة مثلما فعل واطسون وكريك . ويقول ماينارد أولسون : "الجينوميات أشبه بمنظومة الطرق الرئيسية بين الولايات . فاستخدام التكنولوجيات الموجودة أدى إلى خلق منظومة غيَّرت من ثقافتنا" .

وفى النهاية تبين فنتر أن علاقته بشركة (عجب) تجاوزت كل حد للإصلاح . مات والاس شتاينبرج فى ١٩٩٥ ، وانفصل معهد (تيجر) فى ١٩٩٧ عن الشركة . ويزعم فنتر أنه إذ فعل ذلك قد ضاع عليه ٣٨ مليون دولار من الأرباح فى المستقبل . وفى اليوم التالى نشر (تيجر) كل معطياته الجينومية فى موقعه على شبكة ويب .

لم يكن فنتر بالطبع هو اللاعب الوحيد الذى له دور فى الثورة الجينومية . فكما حدث فى صناعة الكمبيوتر ، كانت المرحلة الأولى من الجينوميات هى مرحلة صنع الأدوات الاستثمارية ، وكانت تقودها معامل صغيرة مبدعة لعلوم بينية مثل معمل فنتر . وكمثل نجد أن أحد الباحثين فى شركة جنرال إليكتريك أصابته صدمة حين زار معمل ماينارد أولسن الأول فى سانت لويس . وقال إن ما ينفق من مال وجهد بشرى على نموذج ثلاجة جديدة يزيد عشرين مثلا عما كان ينفق فى الأبحاث الأولى عن الجينومات . ويقول أولسون وهو يتحدث عن نفور المهندسين من مساعدته فى تصميم ماكيناته ، " لم يكن هناك جداول قد نشرت ، ولا مواصفات . كان علينا أن نبتكر ذلك أثناء عملنا " .

وكان الباحثون يبيعون فنهم كفن يهدف لغاية وثمنه أرخص عن الكثير من الأبحاث المكلفة فى الحرب الباردة . كانوا يشبهون مديرى الفرق العلمية فى العصر الذهبى – رجال مثل إديسون وإنسول الذين أسسوا البنية التحتية لعصر الكهرباء ، وأثروا أيضا هم أنفسهم من ذلك . فعندما شُدت الأسلاك الأولى لم يكن أحد يستطيع أن يتصور الكمبيوترات التى ستمدها هذه الأسلاك بالطاقة . كان ماينارد أولسون يشبه بعض الشىء شخصية جارث التى يؤديها الكوميدى دانا كارفى ، وكان يعمل وكأنه ذبابة تداوم طنينها لتستفز من هم حولها . وكان ينسج آمالا وردية بلا ضمان ، زاعما أنه ستوجد تكنولوجيات عجيبة . ومما يثير السخرية أن أعلى الأصوات الرافضة للثورة الجينومية كانت أصوات علماء الوراثة التقليديين . وأخذ أولسون ينبه جمهورا من علماء الميكروبيولوجيا وهم يستمعون له فى ١٩٩٧ فى سان فرنسيسكو قائلا لهم " الفكرة هى ألا نضل الطريق ، علينا أن نجعل هذا العلم علما بينيا " .

كان رائعا أن تحدث هذه الثورة فى مدى زمن قصير هكذا وبتمويل كان ضعيفا فى البداية . كانت ثورة لا تدفعها التكنولوجيا وإنما يدفعها أفراد يصنعون روابط جديدة ، التقط الأفراد الذين يسعون وراء تتابعات الجينات التكنولوجيات الناشئة ليربطوا بين البيولوجيا وعلم المعلومات . وهكذا فإنه بحلول السنوات الأولى من تسعينيات القرن العشرين ، حدث مثلا أن أحس ستيفن فودور المبرمج فى سانتا كلارا بكاليفورنيا بأنه

قد أصابه الملل من الكيمياء ، فشكل شركة آفيمتركس للتكنولوجيا الحيوية ، وأخذ يحاول ربط الموصّلات الفائقة مع دنا في رقائق دنا . و (رقيقة جين) شركة أفيمتركس هذه قد تغير من طريقة مهاجمتنا للمرض بأن تتيح للعلماء تخليق نماذج معقدة تعقيدا هائلا تتابع مسار الطفرات . على أنه حدث خلال سنوات معدودة أن أخذ الباحثون الأصغر سنا في تخليق ما هو أرخص من مصفوفات دقيقة من نوع (اصنعها بنفسك) وذلك بما يشبه كثيرا الطريقة التي تحدًت بها مبرمجة لينوكس المجانية (نوافذ ميكروسوفت) (*) .

أصبح الإنترنت الوسط المختار لنشر الجينومات المعقدة تعقيدا كبيرا . (ويقول تونى كيرلفاج : " لم نعد نستطيع بعد نشر الجينومات في أوراق بحث ، فهي طويلة طولا بالغا ".) يستطيع المرء أن يجد أجزاء من الجينوم البشرى على موقع ويب لمعهد الأبحاث القومي للجينوم البشرى . وعندما رأت الوكالات الممولة نتائج أبحاث أفراد مثل فنتر وفودور ، بدأت بنشاط في تعزيز طريقة تناول الجينوميات بالمنظومات ذات الفروع العلمية المتعددة . وبحلول نهاية ١٩٩٧ كان آل جور نائب الرئيس يرفع عاليا جهاز آفيمتركس الذى يقرب حجمه من عملة السنتات الخمس أثناء إلقاء بيان موجز في البيت الأبيض ، معلنا أنه " أكثر الأدوات الجديدة إثارة " في الطب .

أصبح النموذج الأساسي للحياة هو المعلومات . ويعلن ليروى هود في ١٩٩٧ ، كان وقتها في جامعة واشنطن ، أنه " لم تعد البيولوجيا بعد علم حياة ، وإنما أصبحت علم معلومات " . ويدا وقتذاك أن فنتر أخذ يدخل مرحلة ناضجة من سباق اليخوت ، وإلقاء الأحاديث للجمهور ، بما يشبه كثيرا ما كان يفعله جيمس واطسون . ثم أتت سيليرا .

بحلول ١٩٩٨ كان معهد (تيجر) يسعى وراء احتمالات من كل نوع . فحدث في الربيع مع الغارات الجوية التي عاودت قصف العراق ، أن قابل فنتر ومعه باحثان اثنان آخران الرئيس كلينتون ووزراءه لمناقشة الوسائل الجينومية للدفاع ضد الحرب البيولوجية . ووعد فنتر بأنه من الممكن بناء أجهزة ميدانية لتحديد تتابعات دنا . وهكذا

(*) برامج لميكروسوفت فيها بيئة متعددة المهام لتربيط تبادلي بالرسوم ، والنافذة جزء من الشاشة يحوى رسالة أو وثيقة خاصة . (المترجم)

يمكننا أن نعثر على الميكروب وأن نعرف بالضبط ما يكونه خلال فترة من ثوان ، بما يعطينا المفتاح لمحاربته، وكما أن جاليليو باع تليسكوبه للحكومة كأداة حربية وباعه لمحبى الإنسانية كأداة فنية ، فإن فنتر بمثل ذلك أيضا أثبت أنه عارض جيد لبضاعته وهو يعود لميدان المعركة وما فيه من إلهامات للعلم .

وضع فنتر عينيه على صديق قديم خرج بجهاز جديد لتحديد تتابعات دنا كانت له كفاءة لا تصدق . كان مايك هانكابيلر وفنتر يتنافسان فى العمل فى أواخر ثمانينيات القرن العشرين ، أيام أول جهاز لتحديد التتابعات . وكان هانكابيلر باحثا لما بعد الدكتوراه مع ليروى هود ، وهو الباحث الذى طور بالفعل نموذج معمل هود إلى جهاز شغال لتحديد التتابع . والآن وقد أصبح نائب رئيس شركة بيركن إلمر فقد كان يعمل على إنتاج نموذج جديد لجهاز لتحديد التتابع اسمه أيه بى آى ٣٧٠٠ API 3700 ، وهو أسرع بعدة أضعاف من أجهزة ٣٧٠ التى كان فنتر يستعملها ، وبحلول ربيع ١٩٩٨ كان هو وفنتر يتفقان على صفقة ستؤدى مرة أخرى إلى تحول فى أبحاث الجينوميات التقليدية ، وتربط بين الشركة الطبية العملاقة بيركن إلمر وخبرة فنتر فى السعى وراء الجينوم البشرى بتكلفة تساوى كسرا صغيرا من تكلفة المشروع الحكومى . وسوف يبنون معا معهدا جديدا بأكمله أعلى الطريق ويسمونه سيليرا على الكلمة اللاتينية سيلير التى تعنى السريع .

كان معدل الخطى يتزايد بسرعة بالغة حتى أحس بذلك بعض من أقرب زملاء فنتر . كان لين هولاند سكرتير فنتر يضبط ميزان هذه المشاريع الطائرة ، ويقول هولاند "يكون كريج فى الطائرة وأتلقى منه مهاتفة ، وآه ثم آه ، هاهو كريج لديه فكرة أخرى".

مع الرغبة فى ألا تتكرر أخطاء الماضى ، اتصل فنتر وهانكابيلر بمدير (مقص) فرانسيس كولنز الذى كان قد تولى إدارة المشروع الحكومى للجينوم البشرى بدلا من جيمس واطسون . وفى ٨ مايو ١٩٩٨ ، دعا فنتر كولنز إلى أن يلقاهما فى اليوم التالى فى مطار دالاس . وهناك تحرك الاثنان بسرعة . وأخبرا كولنز أنهما يشكلان شركة استثمارية لاستخدام آلات بيركن إلمر من طراز أيه بى آى ٣٧٠٠ فى متابعة الجينوم

البشرى . وهما يعتقدان أنهما سينجحان فى ذلك فى وقت أقصاه سنتان – وهما لا يريدان إرباك المشروع الحكومى ، الذى كان يهدف للانتهاء فى زمن محدد بسبع سنوات .

لم يتأثر كولنز إلا قليلا ، ولكن حدث بعد ذلك بثلاثة أيام أن عُقد مؤتمر صحفى لإعلان تشكيل سيليرا للسعى وراء الجينوم البشرى فى منافسة مع اتحاد العمل الحكومى الذى يتكون من ثمانى جامعات ومعها مركز سانجر فى إنجلترا . وظهر كولنز كضيف فى المؤتمر وقد بدا عليه الضيق ، وقال فى بسالة " أعتقد أن لن يكون هناك تنافس بين هذين المشروعين . أرى أن المجال يتسع لأن توجد معا هاتان الطريقتان للتناول " .

والحقيقة أن نقادا كثيرين كانوا يزعمون أن طريقة فنتر لتناول الأمر فيها تسرع وعشوائية أكثر مما ينبغى للحصول على الجينوم على نحو فيه دقة . وردّ فنتر بأن جينوم سيليرا سيصنعه ما وصفه بأنه " كمبيوتر فائق الحجم " ، وسيكون حتى أكثر دقة عن النسخة الحكومية ، ويقول فنتر ، "عندما يسمع المرء حججا بأن ما نفعله هنا لا يمكن أن ينجح ، فإن سبب ذلك فحسب هو أن ما نفعله يتجاوز خيال معظم العلماء ... حيث نتعامل مع عشرات الملايين من أجزاء دنا فى المرة الواحدة، ولدينا كمبيوتر يحل كل هذه الحسابات الضخمة " .

كانت سيليرا طفرة لا تصدق فى القدرات ، وكان الجينوم البشرى جزءا واحدا من خطة أكبر لتحديد تتابع ألف نوع رئيسى فى العقد القادم . بما يضع الأساس لإمبراطورية من المعلومات الإلكترونية . وفى ذلك الوقت كان العالم قد سمع الكثير عن طفرات مماثلة . أقلع فنتر بيخته " الساحر " من نيوبورت إلى سباق يخوت فى برمودا ، وقد رُسم على شراع اليخت صورة لوجهه وقد ارتدى قبعة الساحر . وانطلق أيضا فى جولة من دوامة من الأحاديث ، بادئا بدعوة من خصم قديم هو جيمس واطسون . وإذ ألقى فنتر حديثا فى كولد سبرنج هاربور ، فقد تم انتقاده لطريقة معالجة سيليرا للأمور على نحو " سريع وقذر ورد على ذلك فى صحيفة "نيويورك تايمز" قائلا " إننا أبعد من أن نكون إمبراطورية للشر ، فنحن كشركة نوفر لهم الأدوات والكيماويات حتى يحاولوا منافستنا " .

ومع تقدم العمل سافر فنتر لمخاطبة لجنة نوبل فى ستوكهلم . وسافر بنفاثة مستأجرة إلى معارض تجارية لا تحصى ، ليتحدث عن العهد الجديد للجينوم ويضع الترتيبات للصفقات الممكنة . وقابل سميث كلين بيتشام فى معرض اسمه " بيو ٩٨ " فى مانهاتن ، وطلب منه أحدهم أن يراقص فتاتين على المسرح وقد ارتدى قبعة عالية ، فرفض قائلاً " هناك أشياء لا أفعلها " . وبحلول أكتوبر ما لبثت سيليرا أن أعلنت عن ارتباط آخر مع شركة كمبيوترات " كومباك " ، حتى توفر معدات الكمبيوترات اللازمة لأبحاث الجينوم البشرى .

ومرة أخرى تكون سرعة العمل فى سيليرا حملا يقع على عاتق مجموعته . وساعد تونى كيرلفاج فى تنسيق جهود ثلاثمائة ماكينة من طراز أيه بى آى ٣٧٠٠ . وألقى حديثا فى دورة حول الشواش Chaos فى مؤتمر للجمعية الأمريكية لتقدم العلم عقد فى يناير ١٩٩٩ فى أناهايم ، وكان عنوان الدورة " معالجة المجموعات الضخمة من البيانات فى الرياضيات والعلم والتكنولوجيا " . وعندما رأيت كيرلفاج هناك كان يتحدث عن سرعة الأحداث الجنونية . وقال عن شهوره الأخيرة الماضية ، " لقد كانت... مثيرة " ، وأخذنا نثرثر معا فى محل للكتب حيث اشتريت هدايا لطفلى وأحدهما فى التاسعة والآخر فى الحادية عشرة . وقال هو ، " هاك ، هذا الكتاب جيد " ، وناولنى إياه . كان عنوانه " وجهات النظر حول تسجيل براءة وراثية : حوار بين العلم والدين والصناعة " .

وحدث بعد ذلك فى ١٩٩٩ أن شاركت سيليرا مع جامعات عديدة فى استكمال جينوم ذبابة الفاكهة . ولما كان فنتر يترقب اليوم التاريخى الذى يُستكمل فيه الجينوم البشرى ، فقد خطط من أجل أن يكون هناك " جينوم بشرى متفق عليه " ومتاح للجمهور على قرص ليزر للفيديو ، ولأن يُسمح للأكاديميين باشتراك مخفض لقاعدة المعلومات الكاملة . على أن السعر التجارى للتوصل للمعلومات قد حدد له ما بين ٥ – ١٠ مليون دولار فى السنة . وأدى عدم اليقين هكذا فى تخطيط مصاريف الاشتراك إلى طرح وجود مخاطر فى الاستثمار فى الجينوم . أما المجموعة الحكومية فإنها على النقيض من ذلك ، فهى عندما ستنتهى تماما من الجينوم ستكون قاعدة بياناتها مجانية .

ومع كل ما ثار من ضجيج حول مشروعات الجينوم فإنها كانت أساسا مجرد بداية لعمل مستمر أشد تعقيدا بكثير حتى نفهم طريقة عمل الجينات ، ويقول فنتر " إننا نحاول فهم ضروريات الحياة ، والأمر يشبه الوصول إلى حجرة مظلمة " وإنارة ضوء حتى نستطيع الرؤية " .

- ٩ -

تقدم علم الوراثة بخطى سريعة تثير الدوار ، مع تعيين جينات جديدة فى كل يوم تقريبا ، بحيث بدت الوراثيات كالأسطورة : فهى كعلم تزدهر ، كما فى الاستعارة المجازية ، لتحث على رؤية للعالم ككل . ويجرى السباق الآن حول متابعة " وظيفة " الجينات لتلاحق ما تم من عمل فى فهرستها ، على أن التنبؤ بمرض بالجينات هو أو علاج الأمراض بالجينات أمور صعبة بما لا يصدق . فهذه أمور تتضمن الكثير جدًا من العوامل والطفرات والكيماويات والمعالجات وآليات إصلاح الأعطال ، بحيث إننا بدأنا بالكاد نرى بعض المسارات التى ينشأ بها المرض . ويستخدم الباحثون أدواتهم الجديدة ليتحولوا بعيدًا عن البحث عن الجينات المفردة المسئولة عن المرض (مثل التليف الكيسى أو الأنيميا المنجلية) ليعينوا بدلا من ذلك الجينات التى تسهم مع عوامل أخرى فى أمراض أكثر تعقدا (مثل ألزهايمر ، والسكرى ، ومرض القلب) . فالأمراض المعقدة لا تنتج ببساطة عن جينات مفردة ، وإنما تنتج عن توليفة بين الجينات والبيئة .

ما الذى تعنيه ثورة الجينوميات ؟ لو أمكننا مثلا أن نتعلم الطريقة التى يستخدم بها الجسم مكتبة دناه لمهاجمة مرض مجهول ، فسيكون ما نوفره من أموال فى صناعة الدواء وفرا هائلا . وربما يعنى هذا شفاء السرطان أو الإيدز ، أو إيجاد حلول لا تُفند لجرائم لم تُحل ألغازها . وفى هذا ما يعد بفهم جديد للتطور ولجوهر الحياة على الأرض وفى أى مكان آخر فى الكون . وكمثل ، فإن الكثير مما نسميه دنا " الخردة أو اللغو " ليس بخردة . فهو يحمل تاريخا لجينات ضائعة بنفس الطريقة التى يحتفظ بها أحد المؤلفين بملفات فى البدروم أو بخزانة مكتظة حيث توجد أفكار لو أعيد اكتشافها فإنها تستطيع استثارة ثورة غنية فى الابتكارات ، أو تحسينات للأنواع ، أو فى التطور . ودنا مثله مثل

من يسعون وراءه ، ينتمى إلى فئة بارعة كل البراعة فى انتهازيتها واتباع منهج التعدد العلمي ، منتحلا لنفسه كل الأفكار الجيدة .

إن ما يوجد الآن من جيشان يعنى فوق كل شيء تغيرا أساسيا فى الفروض الفلسفية للوراثيات . كان التوارث يُعد ذات يوم عملية جافة تحكمها قوانين مندل ، أما الآن فإنه يُنظر إليه كعلم فيه سيولة لا تصدق – كون تحكمه الصدفة والإرادة . وإذ يفتح الباحثون مغاليق الجينوم كله ، فإنهم يدركون الآن أن الحياة تعنى مليونًا من المسارات الكيميائية خلال متاهة من الاتجاهات ، والاحتمالات الإحصائية ومحض الإبداع . ويقول مارك آدمز ، " توصلُنا إلى تتابعات الجينوم البشرى سيجبرنا على تغيير أساسى فى طريقة تفكيرنا حول أى مشكلة بيولوجية أخرى " .

أدت الطريقة الجديدة لتناول الأمور بمنهج العلوم البينية إلى نشأة طريقة تناول أساسية جديدة للعلم ، حيث تتأتى معظم ابتكاراتها من باحثين يعملون خارج إطار مجالاتهم . وإسهام فنتر هو أنه رأى ما يوجد هنا من صلات . وهو لم يخترع تحديد تتابع دنا بالأتمتة . وإنما فعل ذلك ليروى هود، وهو لم يجعل هذه الطريقة ناجحة ، وإنما فعلت ذلك جينين جوكاين . وهو لم يخلق واسمات (وتم) وإنما فعل ذلك مارك آدمز . وهو لم ينشئ برنامج مبدال (تيجر) ، وإنما فعل ذلك جرينجر ستّون ، وهو لم ينشئ المكتبة التى أسست لتحديد تتابعات أول جينوم مكتمل ، جرثومة " هـ . أنفلونزى" ، وإنما فعل ذلك هاملتون سميث . وهو لم يبتدع خرائط الكمبيوتر الانسيابية التى لا تصدق ، والتى خصصت لتجميع الجينوم البشرى فى سيليرا ، وإنما فعل ذلك تونى كيرلفاج .

أما ما فعله فنتر فهو شيء لم يكن أىَ واحد من هؤلاء يستطيع القيام به: فقد تصور العلاقات الموجودة بين الكمبيوترات ، وأجهزة تحديد التتابع ، والمكتبات المؤسسة ، والكائنات الحية المجهولة ، لامحًا كل موجة ستتلو قبل أن تحدث ، وقد تكررت الخطوات التى اتخذها لمرات لا تحصى فى مجالات كثيرة من العلم فى نفس الوقت تقريبًا . وتشمل هذه الخطوات طريقة تناوله بمنهج العلوم البينية، بحيث جمع معا بين بيولوجيين مثل آدمز ، وعلماء كمبيوتر مثل ساتون ، وفنيين مثل جينين جوكاين . وربما كان عجز فنتر عن رؤية الصور العقلية يعوض عنه ما له من قدرة إبداعية أعظم على أن يحدس بالضبط الروابط التكنولوجية التى ستنجح . وقد وصف مهارته هذه على أنها حدس ، " رأيت

فحسب فى ومضة أى إنجاز ناجح سيحدث عند الربط بين الآلة والكمبيوتر ، وتطبيق الاستشعار عن بعد على الذكاء الاصطناعى الأساسى ″ . وعندما عزّز فنتر من القدرات تعزيزا أسّيا ، توصل بذلك لقدر من التآزر مكّنه من أن ينجز بنجاح كل مهمة الجينوم نفسه . ولعل الأمر ببساطة أنه أول من تخيل وجود إمكانية كهذه . وهو فى ذلك يشبه جندى الإسعاف الطبى الذى كان يعمل بما يتيسر له فى ميدان المعركة فى فيتنام ، فهو قد اتبع أكثر طريقة تناول اتصافا بالبراجماتية - فمزج ما بين التكنولوجيات الموجودة ، فى تأكيد للحصول على أحسن ما يمكن مما بين يديه .

كان المستثمر والاس شتاينبرج يعتبر نفسه مفكرا حدسيا ، وكان يشبّه حدس فنتر بامتلاك عشرة كمبيوترات تعمل بالتوازى على مشكلة واحدة . وكان لدى فنتر الكثير مما تشيع معرفته عن العناصر الأخرى للحدس - الرؤية ، والثقة فى أفكاره ، والقدرة على التنبؤ بالموجة التى سيركبها . ولكن الأهم من كل شىء أنه كان لا يسمح لزملائه بالتخلى عن أحد الأحلام ، وفنتر ، مثله مثل كل الباحثين فى هذا الكتاب ، قد دفع بالعلم إلى نظرة عامة ذات توجه عملياتى .

ومع كل ما كان يحدث من خلافات فإن فنتر كان دائما مفتوحا على الجماهير، ومستعدا لأن يتأنى زمنا كافيا للإجابة عن أى أسئلة حول أبحاثه . وكان يقرأ باستفاضة ، ويفكر فى الدلالات الكبرى للثورة الجينية ، ودعا إلى هيئة خاصة للأخلاقيات عندما بدا أن هناك إمكانا لهندسة أشكال الحياة جديرا بأن نسعى وراءه . وقد استمتع كثيرا بالكتب التى تماثل كتاب إ . أو . ويلسون ″ الاتفاق ″ الذى يدور حول ما سيكون من صلة فى المستقبل بين العلم والإنسانيات ، أو كتاب آن ساير ″روزالند فرانكلين ودنا ″ الذى يدور حول المرأة المنسية فى البحث عن الجين . وكان يتسابق بيخته الذى زين أكبر شراع فيه برسم ضخم له هو نفسه على هيئة ساحر . إن قصته لهى قصة أمريكية ، وكان يكرر دائما فكرة أن دعم ابتكاراته لا يمكن أن يتاح إلا فى هذا البلد .

تعلم فنتر أيضا كيف تكون إدارة المعمل من الأخطاء التى رأى ناثان كابلان يرتكبها . وجمع معا عوامل الدعم التى أتاحت له الخروج من المعاهد القومية للصحة والمؤسسة القومية للعلم ، وهى أساسا معاهد بيروقراطية مربوطة بجدول عمل سياسى .

وربما كان أعظم إنجازاته هو تحايله هذا فى أمور الإدارة من غير أن يفقد حدة الوثبة الأولى ، فهذا هو أحد الشروط المطلوبة لعلم المنظومات المعقدة .

يرى كاميرون أنه على نقيض ذلك ، " كانت إنجازات واطسون وكريك بسيطة . فبحلول السنوات الأولى من خمسينيات القرن العشرين كان هناك شخص ما سيصل إلى اللولب المزدوج . كان لينوس بولنج قريبا من ذلك ، أما ما فعله كريج فهو أكبر كثيرا . لم يكن هناك من هو قريب لأن يشد معا الدعم والحدس اللازمين لأن يتم بنجاح تحديد التتابع بطريقة بندقية الرش . فلم يكن هناك من تخيل هذه الطريقة " .

ما هى العلاقة بين تخيل كهذا وبين الشخصية ؟ عندما يُكتب تاريخ بيولوجيا القرن العشرين ، ربما يثبت عندها أن الصلة المتواضعة بين ما هو صغير وكبير، وبين النظرية والتطبيق ، وبين الكمبيوترات والمحاكاة البيولوجية ، والتحكم فى دنا لأداء بحث أحد الباحثين ، كل هذا سيظهر على أنه إبداع أكبر كثيرا وأشد رمزية عن اكتشاف اللولب المزدوج نفسه .

أصبحت المعلومات هى النموذج الرئيسى الجديد للبيولوجيا، سواء كان ذلك خطأ أو صوابا . وسوف يتغير ذلك فى الوقت المناسب . أما بالنسبة للآن فإن دنا هو فكر خالص ، أفكار جيدة وسيئة قد حبست داخل خلية ميكروسكوبية ، ويقول فنتر " ما من أحد كان فى هذه البقعة من قبل . إنها العكس لنهاية العلم . فهى حقا البداية " .

على الطريق

سوزان جرينفيلد
والساحر

- ١ -

فى ١٩٧٤ كانت هناك طالبة فى سنة التخرج نحيفة الجسد يبلغ عمرها اثنين وعشرين عامًا واسمها سوزان جرينفيلد ، أخذت تملأ طلبًا لمواصلة الدراسة وهى فى غرفتها بأوكسفورد فى إنجلترا . دوت موسيقى " الفريق المخملى " من جهاز التسجيل بينما كان دخان السجائر معلقا فى الهواء . وتناثرت فى غرفتها أوراق طلب للكلية الملكية للآداب ، وطلب لمعهد لدراسة التصميم ، وطلب لدراسة مقرر للفيزياء . وجرينفيلد لها ساقان طويلتان وعينان داكنتان لامعتان فيهما وميض ملح . بينما تتدلى خافقة فوق كتفيها خصل من شعرها الأشقر الطويل . كانت على وشك التخرج ، وهى الآن تحاول أن تقرر ماذا تفعل بحياتها . وهذا أمر يدفعها للجنون .

بدأت جرينفيلد قبل ذلك بأربع سنين مدة دراستها فى أوكسفورد لمقرر فى الفلسفة أساسا . ولكنها سرعان ما انتابها اليأس مما يحدث فى هذا المجال من تفكيك للغة تفكيكا لا ينتهى . وتحولت إلى دراسة علم النفس ، إلا أنها أحست سريعا بالإحباط من التجارب اللانهائية على رد الفعل المنعكس فى الجرذان . فهى تريد أن تسعى وراء مسائل كبيرة أساسية . كما أنها يستحوذ عليها نشاط وعناد لا حد لهما . وتقول عن ذلك ، " كنت فى الحقيقة أتحفز متوثبة ، وأقدم طلبات للكثير من المقررات المثيرة وليس لدى فى الحقيقة الكثير من التوجه " . وعندما تحدثت فى ذلك مع جين ميلانبى المدرِّسة المشرفة عليها والمتخصصة فى علم النفس التجريبى ، كانت تعود دائما إلى اهتمامها بالعقل

البشرى . لماذا نتصرف كما نفعل ؟ ما هو أساس التفكير ؟ وتميل ميلانبى إلى الوراء فى تفكير لتقول ، " حسن ، ما رأيك فى أن تتخصصى فى علم الأعصاب ، ألن يكون ذلك ميعثا للفكاهة ؟ " .

قدمتها ميلانبى بتوصية إلى دافيد سميث الباحث فى أوكسفورد ، وكان علم . الأعصاب وقتها فى طفولته ؛ وله فى أوكسفورد برنامج للدكتوراه هو أحد البرامج المعدودة لذلك فى بريطانيا العظمى . وكان يبدو وقتها أن العلم يستطيع أن ينعم النظر بالخارج إلى أقصى النجوم ، بأسهل من أن ينظر للداخل إلى العضو الذى خلق قوانينه هو نفسه .

كان سميث منهمكا فى معمله للبيوكيمياء عندما قطعت سوزان جرينفيلد عليه عمله . كانت الغرفة صغيرة قذرة ، وقد طُلى الدهليز المؤدى لها بلون أخضر كابى . وأخبرته جرينفيلد بأنها مفعمة بالضجر من علماء النفس والفلاسفة الذين يعاملون المخ وكأنه صندوق أسود مغلق ، بينما هى تريد أن تفتح مغاليق الطرائق التى تجعله يعمل . وألقت نظرة عجلة على جدول أعماله وسألته : " ماذا تفعل ؟ "

وأجاب سميث فى لكنته الأوكسفوردية المنضبطة ، " إننى أبحث فى إنزيم استراز الأستيل كولين " .

وسألته : " وماذا يكون هذا ؟ "

قال وهو يرقبها ، " هذا إنزيم يحلل الأستيل كولين . أتعرفين مايكون (هذا) ؟"

فقالت : " أظن ذلك ، إنه ينطلق من الأعصاب" .

– " هل تعرفين ما يكون التفاعل ؟"

– " لم أدرس أى كيمياء " .

صمت سميث لبرهة . إن كل أهمية علم الأعصاب هى تحليل الأساس الكيميائى للفكر البشرى . وعلى الرغم من مظهره النمطى كباحث وهو يرتدى نظارته ذات الإطار السلكى ومعطف معمله الأبيض المهيب ، فإنه كان يستطيع تقدير ما فى الوضع من

فكاهة . وكان مستعدا لأن يصغى إلى سوزان جرينفيلد وقد جذبت نفسها عميقا وبدأت تتكلم . وقالت إن علم الأعصاب قد ارتضى لنفسه بحث مسائل تافهة لزمن طويل ، فى حين أن الحاجز الصارم بينه وبين العلوم الإنسانية قد ارتد بالأبحاث بعيدا عن الأمر المهم حقا ، وهو الوعى نفسه . وأخذت تتحدث سريعا، وهى تقفز من فكرة لأخرى . وقال سميث وهو يتذكر بعدها بسنوات ، " إلا أنها كان لديها رؤية ، كانت تعرف أن ما تعلمته لم يكن فيه الطريق الصحيح ، وكانت تريد أن تجد هذا الطريق الجديد " .

قرر سميث أن يرسلها إلى رئيس القسم سير ويليام باتون ، وهو أستاذ متميز من أساتذة أوكسفورد النمطيين ، أصلع قليلا ، ويدخن البايب . وكواحد من آخر أساتذة العلم العظماء الموسوعيين ، كان قد قرأ أفلاطون ، كما أنه كان يسأل أسئلة صعبة نفاذة . واستجوب جرينفيلد استجوابا قاسيا ثم استدعى سميث وسأله ، " ما الذى تعتقده بشأن سوزان جرينفيلد ؟ " .

– " لست أدرى ، ما الذى تعتقده (أنت) بشأنها ؟ " .

وأجابه أنه يعتقد أن الأمر معها فيه مخاطرة هائلة . إلا أن أوكسفورد كانت تهتم بتشجيع الأفراد على أن يخاطروا على هذا النحو . فالنظام يلزم له طلبة يتحدثون بقدرة عن أفرع العلوم الأخرى . وكل مائدة غذاء فى أى كلية فى أوكسفورد كان يجلس من حولها مدرسون للعلوم وللإنسانيات ، يمضون الوقت أحدهم مع الآخر فى الحديث والاستماع والمواجهة ، وكان كل ما تقوم عليه أوكسفورد هو الرهان على أولئك الذين لديهم أفكار حادة أو متطرفة ، أى على الضالين ، والوعرين . هكذا قرروا أن يخاطروا . وراهنوا على سوزان جرينفيلد .

حتى زمن قريب كان العلم لا يقول إلا شيئا قليلا جدا عن سر الوعى، حتى وإن كان الفلاسفة قد ملأوا المكتبات بكتب عن الوعى ، وحتى وإن كان العلم يستطيع قول الكثير عن ذلك العضو اللين الرطب الذى يزن ما يقرب من ثلاثة أرطال ويخلق العلم . ظلت الأبحاث على المخ مستمرة لمئات الأعوام ، وهى تفتن بوجه خاص من تكون لديهم نزعة للإبداع . وقد بدأ كريج فنتر كعالم أعصاب . وفيما بعد كان الفيزيائى الشاب سول بيرلموتر يكثر من التردد على مؤتمرات علم الأعصاب . إلا أن دراسة الذات فيها ما يطرح

مشكلة معقدة تعقيدا عميقا ، يبدأ بحقيقة أن كل ذات بشرية تختلف عن الأخرى ، حتى إن الباحثين الجادين أقروا فى النهاية بعجزهم بشأنها حيث أنها غير قابلة لأن تُعرف .

ربما كان هذا هو السبب فى أن الإنجازات الناجحة المبكرة فى أبحاث المخ قد تأتت عن طريق الصدفة . وكمثل ، فإن نيكولاى جولجى الباحث فى أواخر القرن التاسع عشر، أسقط صدفة شريحة من مخ بشرى فى برطمان من نترات الكبريت . وعندما اكتشف وجود كتلة الشريحة بعدها بأسبوعين وجد فيها آلافا من تفرعات دقيقة مصبوغة بلون مسود من النترات . وسماها " عصبونات " (*) . وهكذا ولد علم الأعصاب من حادث بالصدفة.

تم فى الثمانين عام التالية حشد من الاكتشافات العارضة والمخططة ، أخذت تفتح لنا مغاليق المسالك الكهروكيميائية للعصبونات . وعندما تابع الباحثون التفاصيل المعقدة لتوصيلات المخ ونشاطه أدركوا أنهم لو حاولوا صنع كمبيوتر فائق يقلد أداء كل وظائف المخ ، فسيتطلب الأمر قدرا من الكهرباء يكفى لتدفئة وإضاءة مائة ألف منزل . أما بالنسبة للصورة الكبيرة ، مسألة ما " يكونه " التفكير بالضبط ، فإن العقل ظل وكأنه صندوق أسود مثلما كان يبدو للسحرة فى عصر النهضة ، الذين كانوا يطلقون على الأفكار اسم " الخيالات " ويحاولون معالجة أمرها من خلال الخيمياء (**) ، والتنجيم وأكل أوراق الشجر أو العسل .

ظل الوعى هو السر النهائى . ما هو التخيل ؟ كيف يعمل ؟ كان القدماء يعتقدون أن الأفكار صور . ووضعت العقائد القديمة الذكاء فى عقل الرب . وحاول أدباء الحداثة إعادة خلقه فى فقرات " تيار الوعى " . واستغرق الجميع فى تأمل ذلك العضو الذى يجعلنا نحلم أو نؤدى أداءً سيئًا فى المدرسة ، ونكسب جائزة نوبل أو نختلس أحد البنوك . على أنه ما من مشتغل بالعلم شرع فى دراسة مسألة الوعى . فهى مسألة جد كبيرة ، وجد زلقة ، وجد ... خطيرة . ولو أخذ أحدهم مهمتها على عاتقه فسيعنى ذلك قيامه بنوع جديد من الأبحاث

(*) العصبون هو الخلية العصبية وتفرعاتها . (المترجم)
(**) الخيمياء محاولة تحويل المعادن الخسيسة كالنحاس إلى معادن ثمينة كالذهب ، ومنها تولد علم الكيمياء . (المترجم)

يتضمن فروع علوم كثيرة تربط منظومات معقدة كهروفيزيولوجية وبيوكيميائية مع لجة من الانفعالات، بل ومع الذاتية ، فى محاولة لرسم خريطة لشواش من النزوة والمنطق . على أنه بحلول منتصف تسعينيات القرن العشرين كان الوقت ملائما لهذه الأبحاث . فقد تفجر العلم بنظريات كبيرة ، وأنوات أكبر ، وهو يحاول فحسب إنجاز تلك الأبحاث .

- ٢ -

ربما كان يبدو لأول وهلة أن سوزان جرينفيلد ليست ممن يرجح احتمال ترشيحهم لأن يكونوا من قادة الموجة الأولى لعلم جديد فيه منظومات معقدة . كان جدها لوالدها قد أتى إلى إنجلترا من قرية يهودية بولندية ، وأدار مصنعا للشوكولاتة فى شرق لندن ، وكون ثروة ليفقدها ، أما أمها فقد هربت من مدرسة داخلية للطبقة الراقية لتصبح فتاة (كورس) ، وتقول جرينفيلد إن والدها كان صاحب "مزاج" . " فالأمور بالنسبة له وكأنها تأتى هاوية من السماء ، وكان فى الحقيقة لا يرتبط قط ارتباطا كبيرا بأخلاقيات العمل " . كانت أمها تنتمى إلى كنيسة إنجلترا بينما كان أبوها يهوديا . وتقول وهى تتذكر أن كليهما كان يتّسم بحب استطلاع شديد ، وبالإكثار من الحديث، "والاستمتاع عميقا باللحظة الراهنة " .

ولدت جرينفيلد سنة ١٩٥٠ فى لندن وهى بذلك أكبر من أخيها بثلاثة عشر عامًا ، وكان لأمها نزعة مسرحية ، فهى مغرمة بإلقاء أسئلة ساحقة مثل " هل الأحمر الذى أراه يمثل الأحمر الذى ترينه ؟ " وكان أبوها كهربائيا وهبها ما يكون لدى الحرفى من ثقة عندما يفكر فى حل مشكلة . وأخذت جرينفيلد وهى تشب تحس بأنها غريبة فى المجتمع . فعندما أرادت أن تذهب إلى المدرسة مرتدية صليبا مثل زميلاتها ، جعلتها أمها ترتدى أيضا نجمة داوود . وكانت أسرتها عند الطرف الأدنى من الطبقة المتوسطة ، وإذا كان زملاء دراستها يقضون إجازاتهم فى الخارج أو يركبون لبيوتهم سيارة يقودها سائق، فإن جرينفيلد وجدت عزاءها فى مكتبة الحى . وأثناء دراستها فى المدرسة الثانوية أو دراستها للشهادة الثانوية فى غرب لندن ، درست اللاتينية والتاريخ القديم . ودرست الإغريقية القديمة على يد مدرسة اسمها فيرونيكا ليمون ، أصبحت واحدة من أوائل المشرفين عليها . كانت جرينفيلد تحب مناقشة أسئلة مثل السؤال عن السبب فى أن الناس

يتحاربون ، ولماذا يتحابّون؟ ووجدت ما يجيبها عن ذلك فى الكلاسيكيات . والتهمت مثلا كتاب " الباخوسيات " ليوريبيد ، مستمتعة بما فيه من تماه لطبائعنا الحيوانية والبشرية مع ما فى الخمر والخبز من قوى . وكان عليها أيضا أن تدرس الرياضيات دراسة صارمة ، ومع ما تتسم به من نشاط وحماس ، وسرعة انتقالها من موضوع لآخر ، استحقت جرينفيلد اللقب الذى أطلقه عليها أصدقاؤها وصاحبها العمر كله ، لقب (النطاطة) . وقد قالت فيما بعد عن تعليمها ، " إن التدريب على البحث عن حافز أتى من دراسة الإنسانيات ، أما الإثبات بالبرهان المتين فقد أتى من دراسة الرياضيات " .

نجحت جرينفيلد فى أن تنضم إلى دراسة للكلاسيكيات فى كلية سانت هيلدا بأوكسفورد ، آخر كلية للبنات فى الجامعة . كانت سانت هيلدا تقع تماما عبر جسر ماجدالين عند الضفة المعشوشبة لنهر شرويل . وكان لسانت هيلدا تراث أدبى قوى ، فكان يوجد فيها الكاتبة باربارا بيم كمشرفة ، وكذلك توجد الطالبات اللاتى أصبحن فيما بعد رائدات للنقد لما بعد الحداثة . هكذا انضمت جرينفيلد إلى مجموعة مغامرة من النساء يصخبن بالمناقشات وهن يحتسين زجاجات من نبيذ رخيص على سلالم عنابر النوم فى أمسيات الشتاء . وفى المساء ، كانت الطالبات والمدرسات يركبن دراجاتهن معا فوق الشوارع المرصوفة بمربعات الحجارة بينما تنبعث فى الهواء رائحة الأوراق الجافة ووجبات العشاء . وتنتفخ عباءاتهن السوداء التقليدية فى الظلام فوق بلوزاتهن الرياضية الفضفاضة ذات القلنسوة وفوق بنطلونات الجينز .

وجدت جرينفيلد أن الفلسفة فى أوكسفورد فيها نزعة لغوية أكثر مما ينبغى . وفاتحت جين ميلانبى بشأن علم النفس . وتقول ميلانبى متذكرة : " كان أول انطباع لى هو أن شخصيتها متحمسة جدا ومندفعة اندفاعا متطرفا . وهى تتحدث فى نفس الوقت عن أشياء كلها مختلفة " . وأتاحت لها ميلانبى أن تبدأ دراسة مقرر خاطف فى العلوم الأساسية . ولكن سرعان ما وجدت جرينفيلد أن علم النفس هو أيضا دون المستوى . "كان يتألف كله من جرذان تضغط قضبانا . وفيه غموض بالغ ، من غير علم متين" ، إلا أنها مع ذلك أنتجت أطروحة للتخرج تثير الإعجاب . وتقول ميلانبى متذكرة ، " لقد ضمت فيها معا وظائف الأعضاء والتشريح والسلوك. كانت أصيلة جدًا . لم يكن الدارسون وقتها يفعلون ذلك كثيرا . كانت أطروحة جسورة غير معتادة " .

قُبلت جرينفيلد فى برنامج للحصول على الدكتوراه فى علم الأعصاب ، وأخذت تعمل فى معمل فى الدور الثالث بوحدة الفارماكوجيا الضيقة . وكانت غرفة معملها المشترك لها رائحة من الفورمالدهايد ومنافض السجائر ، ولكنها تطل على شجرة زان أرجوانية جميلة منعزلة . كان عليها أن تعمل جاهدة ضعف ما يعمله أى فرد آخر . وأخذت تتأخر فى عملها ليلا بما نمّى لديها عادة تدخين علبتى سجائر كل يوم ، وهى منهمكة فى قراءة مراجع الكيمياء العضوية وغير العضوية . واستهزأ بها قلة من الأفراد . وداوم أسترالى بغيض على السخرية منها ، ويتذكر سميث أنها استعارت مرجع القسم عن استراز الأستيل كولين وسكبت قهوة عليه كله " مما استاء له الجميع كثيرا " . إلا أنها حولت ضعفها إلى قوة ، وقالت عن ذلك ، " كنت أدرس لزمن أطول ونلت نظرة أوسع عما للآخرين . لم أكن أخشى من القول بأنى لا أفهم " . وكان لمجهودها هذا جائزته ، فبحلول السنة الثانية لها ، قدمت طلبا لتنال منحة عامة فى كلية سانت هيو وفازت بها ، وتقول متذكرة أنها بحثت عن الأسترالى ' وأبرزتُ له الإصبعين الأوسطين ' .

وعاشت كما عاش والداها ، متّبعة غريزتها ، منجذبة لكل ما هو غير معتاد وغير كلاسيكى ، أى منجذبة كما تقول " لتلك الأمور العجيبة ، مثل إنزيم غامض يفرزه أحد العصبونات " . ولاشك أن هذا الاهتمام " بالأمور العجيبة " قد أدى فى الماضى إلى الكثير من الإنجازات العلمية الناجحة ، مثل نماذج برنوللى للأسلاك الملفوفة فى القرن السابع عشر التى أدت على نحو غير مباشر إلى حساب التفاضل والتكامل الحديث . وواصلت العمل فيما تناوله بحث سميث على استراز الأستيل كولين ، ولكنها " عرفت كيف تتقدم به لأبعد " ، كما يقول سميث .

تعطى حكاية استراز الأستيل كولين الأمثولة عن الباحث الذى يتبع غريزته . اكتُشف الأنزيم فى ١٩١٤ ، عندما لم يستطع العالم الإنجليزى هنرى ديل أن يستنبط السبب فى أن تأثير الأستيل كولين كناقل عصبى وهو يعمل على القلب والعضلات الأخرى هو تأثير لزمن جد قصير . وبدلا من أن يفترض ديل أن تجربته كانت تجرى على نحو خطأ ، فقد ومضت فى بصيرته فكرة عن الطرائق التى ترسل بها الأعصاب الإشارات أحدها للآخر، هى كما كتبت جرينفيلد فيما بعد ' فكرة كانت حاسمة على نحو مطلق إذا كان لهذه الإشارات أن تصبح واضحة غير ملتبسة – فكرة التدمير المباشر للناقل

الكيماوى ما إن يتم إرسال الإشارة " . وهكذا يتم تدمير الناقل العصبى الأستيل كولين بواسطة الاستراز الخاص به . وكان لهذه القصة عن إيمان ديل بحدسه تأثير هام فى جرينفيلد .

بحلول ثمانينيات القرن العشرين أصبح استراز الأستيل كولين يُنظر إليه عموما كبروتين مربوط ربطا محكما إلى غشاء الخلية ، ووظيفته الرئيسية هى ببساطة أن يقتل الرسول (الأستيل كولين) بعد أن ينقل رسالته. واستخدم النازيون ذلك فى إنشاء السارين غاز الأعصاب الذى يوقف مفعول استراز الأستيل كولين وبالتالى فإنه يشل ضحيته . على أنه قبل أن تنضم جرينفيلد إلى المجموعة كان سميث هو وزميل أسترالى اسمه أيان تشاب قد اكتشفا وجود استراز الأستيل كولين فى سائل النخاع الشوكى ، بما يطرح أنه ولا بد تفرزه العصبونات ، ويقول سميث متذكرا ، " كانت هذه فكرة من هرطقة . فلم يكن مما يُعتقد قط أن الخلايا العصبية تفرز أى بروتين مطلقا ، وكان يعتقد فحسب أنها تفرز الناقلات العصبية الصغيرة . كانت هذه الفكرة ... هى فحسب فكرة بعيدة الاحتمال تمامًا " .

توقف سميث تقريبا عند هذا الحد . إلا أن جرينفيلد ، مع ما لديها من خلفية فى علم النفس التجريبى ومع حماسها للأمور العجيبة ، أرادت أن تعرف ما الذى يمكن أن يفعله استراز الأستيل كولين وهو بعيد جدا عن المكان الذى يلعب فيه أستيل الكولين دوره .وأصبحت متابعة جرينفيلد للوظيفة الثانية لاستراز الأستيل كولين مشروع بحثها للدكتوراه . وقررت أن تضع إلكترودات فى مخ أحد الجرذان لترى إن كانت ستتمكن من أن تجعل العصبونات تفرز مباشرة استراز الأستيل كولين . وحتى تفعل ذلك ، كانت فى حاجة لأن تتعلم الكهروفيزيولوجيا ، الأمر الذى أتى بها إلى مكتب جون شتاين ، خبير البصر بكلية ماجدالين فى أوكسفورد . كان شتاين ابنا لرجل صناعة كبير ، وقد أصبح صديقا حميما لها ومشرفا ، وزميلا شاعريا فى البحث عن الحقيقة، يبقى متأخرا فى الليل وهو يتحدث معها عن التفنن فى العلم . وعلّمها التكنيك الرهيف لزرع الإلكترودات فى إحدى الخلايا وإرسال نبضة ، بما يمكّن الباحث من قياس عدم التوازن فى الأيونات ، وهو عدم توازن تشكل الأعصاب عن طريقه دفعة حافزة . ولم تتوصل قط إلى إتقان التكنيك إتقانا بالغا ، ولكنها تعلمت إجادته بما كان كافيا لأن تُظهر شيئا مذهلا :

أن أجزاء من المخ غنية بأنزيم استراز الأستيل كولين تفرز بروتينا معينا مهما بكميات كبيرة ، بينما الأجزاء الأخرى لا تفعل ذلك .

وقال سميث ملاحظا ، " كان هذا إبداعا . وعندما نتبصر فى الأمر لاحقا يبدو لنا واضحا ، ولكنه لم يكن وقتها واضحًا " . وأظهرت جرينفيلد قدرتها على الانعطاف إلى مجال جديد لتعالج مشكلة كان الباحثون الأقدم يتجنبونها . ويقول سميث ، " كانت تستطيع أن تتصور بوضوح التجارب البسيطة التى تعطى الإجابات . ولا تلجأ إلى الأمور المعقدة المركبة من غير ضرورة ، فلابد للمرء أن تكون لديه موهبة التحديق من خلال الضباب كله ليرى بالضبط ما يلزم عمله . وكان لدى سوزان هذه الموهبة " . إلا أنها كانت فى البداية لا غير .

وقالت لسميث ، " أريد أن أثبت أن هذا البروتين يفعل شيئا فى المخ " .

فقال لها : ' لماذا تعتقدين أنه يفعل أى شىء ؟ ' كان يكفيه مفاجأة أن الخلايا العصبية تفرز بروتينات ، أما أن تعتقد أن البروتين له وظيفة أكبر فهذا أمر غريب .

كانت جرينفيلد تعتقد أن استراز الأستيل كولين حامل إشارة الهدم ، فيه سر مهم بالنسبة لوظيفة المخ وتناميه ومرضه . وأخذت تخمن أنه إذا كان مهما لنمو خلايا المخ فربما كان يلعب أيضا دورا فى ضمورها . وأرادت أن تستكشف تأثيراته بأن تبخه مباشرة على العصبونات لتدرس ماذا يحدث . وسيكون هذا صعبًا جدًا . وحتى تنجزه كان يلزم أن تدرس بيوكيمياء الجهاز العصبى بما يكاد يبدأ من الصفر . ويقول سميث ، "أعتقدت أنها مجنونة ولكنى لم أقل لها ذلك . وفكرت فى أنها ما دامت تريد فعل ذلك ، فلأتركها تفعله " .

بعد أن نالت جرينفيلد الدكتوراه فى ١٩٧٧ ، نشرت ورقتى بحث رئيستين لتبرهن على وجود صلة بين استراز الأستيل كولين ومادة الدوبامين التى تحمل الإشارات فى المخ . والدوبامين مادة محورية بالنسبة لتنامى المخ فى الوليد وكذلك بالنسبة لضمور المخ فى الشخص المسن ، كما أنه مادة محورية فى مرض باركنسون (*) .

(*) مرض باركنسون ضمور فى خلايا فى المخ يسبب شللا رعاشا . (المترجم)

ووجدت ما أعاد لها الطمأنينة حول تركيزها على الأنزيم الغامض ، الذى لم يكن يتابعه إلا قلة من الآخرين ، وذلك فى كتاب ألفته الباحثة آن سيلفر خمنت فيه أن استراز الأستيل كولين قد يكون مفتاح الإشارات فى المخ . لم تعد جرينفيلد تخشى أن تستمر فى نفس الخط . وتقول وهى تتذكر ، " من المدهش أنه ليس هناك إلا قلة من العلماء يسعدون بالدخول فى مغامرات . وإذا كان هناك من سيقول شيئا عنى ، فليقل أنى ممن يدخلون فى مغامرات " .

أرادت جرينفيلد أن تفهم ما الذى يحدث لاستراز الأستيل كولين على المستوى الجزيئى . ويقول جون شتاين معلقا ، " إنها ذات خيال . وهذا ليس مجرد غريزة ولا مجرد حدس ، وإنما هذه هى الطريقة التى ينجح بها العلم ، أو العلم الجيد " .

- ٣ -

جلست جرينفيلد بين جمهور المستمعين فى قاعة محاضرات بمؤتمر لعلم الأعصاب فى لوزان بسويسرا وهى تحدث طالبا أبحاث لديها عن الاكتشافات الحديثة حول غصون الخلية العصبية ، أو تفرعات العصبونات التى تشبه الخيوط ، كانت تحدثه عن مدى أهمية فهم كيمياء هذه الغصون ، عندما التفت إليها رجل ضئيل أبيض الشعر يجلس أمامها . كان واحدا من أبرز علماء الأعصاب فى أمريكا وهو رودلفو ليناس الكولومبى المولد . كان ليناس يعمل فى جامعة نيويورك حيث كان ينشئ تكنيكات كهروكيميائية معقدة لرسم خريطة لنشاط المخ ، وقال لها ، " عليك بالذهاب إلى نيويورك " .

ذهبت جرينفيلد بالفعل إلى نيويورك فى ١٩٨٠ و ١٩٨٢ وأنفقت معظم نقودها لتعيش فى شقة فى حجم المقصورة قرب الأمم المتحدة فى الجانب الشرقى من مانهاتن . وكانت تتفادى المبانى المتهالكة وهى فى طريقها من المعمل إلى الشقة . ولم تكتسب إلا قلة من الأصدقاء والقليل جدا من النقود ، وتعلمت الكثير من ليناس ، خاصة أن تنتبه إلى الطريقة التى تتفاعل بها مناطق المخ . كان ذلك زمنا شاقا ومنعشا ، يشبه ركوب "عربات الارتفاع والانحدار" فى الملاهى كما تقول متذكرة . وأدركت وهى تلاحظ ليناس أنها ترى باحث قمة لديه الإرادة لأن يتناول المسائل الكبرى ، ويرتكب الأخطاء ، ولكنه

يواصل الحركة . وتقول وهى تتذكر ، " كنا نعمل عملاً شاقًا جدًا ، وكان يجعلنى أفكر تفكيرًا شاقًا جدًا ، ثم يتحدى ما فكرت فيه " . كان فى هذا نضال ، ولكنها نجحت فى النهاية فى إنشاء تكنيك جديد لقياس استراز الأستيل كولين فى التو فى المخ ، باستخدام مادة كيمائية تبث ضوءا .

أثار ذلك إعجاب ليناس ، وقال متذكرا ، " كانت صغيرة السن جدا ، فى بداياتها لا غير ، ولكنها كانت بارعة جدًا ، كانت تعرف كيمياءها الحيوية . وكانت تندفع اندفاعا رهيبا ، فى استعداد دائم لأن تجرب شيئا جديدا . أعتقد أنها قد تأثرت تأثرًا قويًا جدًا بالوقت الذى قضته فى الولايات المتحدة . لقد رأت فيها إيقاعا يختلف عن أوروبا حيث العلم أكثر تقيدا ، وحيث يكون هناك تأكيد أكثر على أن يظل المرء يعمل فى احتراف العلم وكأنه محاسب بدلا من أن يكون مستكشفا حقيقيا . وقد ناقشنا ذلك كثيرا " . وأخذها ليناس إلى (نادى القرن) وهو نادى خاص بالنخبة فى نيويورك ، وشجعها على ممارسة العلم الذى يدخل فى مغامرات حتى ولو كان ذلك كما يقول ، " سينتهى بالمرء وقد بدا غبيا ، على أننا عندما نتطلع إلى النجوم لن نضل الطريق أبدا " .

وبحلول نهاية زمالتها الثانية ، أصابها تغير له قدره . وهذا أمر تدين بالكثير منه لليناس ، وإن كانت أيضا وهى تكتسب المزيد من الثقة تغتاظ من اعتداده بذاته . فهى وإن كانت معجبة به إلا أنها وجدته " محاصرا بزهوه بنفسه " . تزايدت حرارة الجو وانبسطت أوراق الشجر البازغة فى حديقة ميدان واشنطن ، وأخذت جرينفيلد وقتها تعمل على تركيز اهتماماتها المتنوعة ، وهى تندفع بقوة لتصل إلى اتباع طريقها الخاص بها . وكان أهم ما حدث أنها بحلول ١٩٨٢ أخذت تنشر فى مجلة " نيتشر " (الطبيعة) وغيرها من المجلات المبرزة ، ثلاث أوراق بحث رئيسية ترسم خريطة للوظائف المهمة "المستحدثة" لاستراز الأستيل كولين . وبهذه الأوراق صنعت سوزان جرينفيلد أول ظهور لها على المسرح .

عندما عادت إلى أوكسفورد كان سميث مذهولا . " ياالله ، لقد بينت أن استراز الأستيل كولين يؤثر فى خلايا الأعصاب بطريقة معقدة . فهو يسبب تفتح قنوات الأيونات ، وهذا قد يكون أمرا جيدا عندما يكون بقدر صغير ، ولكنه لو حدث بقدر أكبر من اللازم فمن الممكن أن يقتل الخلية " . أخذت جرينفيلد توضح لشتاين ما خمنته ، فإذا كان

استراز الأستيل كولين يلعب دورا أساسيا فى التنامى ، فإنه أيضًا يلعب دورًا أساسيًا فى الضمور . ورأت جرينفيلد أن هذا يمكن أن يكون له علاقة بضياع الخلايا فى مرض باركنسون ، ويمكن الاستفادة منه فى إيجاد علاج أفضل . ووقتها كان البحث بدافع الربح حول مَرضى ألزهايمر وباركنسون يزداد قوة ، ومع ذلك لم يدرك أحد ما حدسته جرينفيلد من صلة ، وذلك فيما عدا باحثين آخرين من أمريكا اللاتينية .

أصبح لديها الآن معملها الصغير الخاص بها . ولما كانت فى مرحلة ما بعد الدكتوراه فقد كان لديها عقود عمل من غير التزام بالتدريس . وهى تستيقظ فى الخامسة والنصف صباحا وتظل تعمل حتى الحادية عشرة مساءً إلا إذا كانت مدعوة إلى حفل . وإذا أرادت أن تفرّج عن نفسها فإنها تتسكع فى حانة كنجز آرمز ، حيث تُكتب نتائج مباريات الرجبى فوق جدران حجراته التى تشبه جحورا مليئة بالدخان . كان هذا أسعد الأوقات فى حياتها كباحثة وأكثرها انضغاطا بالعمل : فعليها أن تشق طريقها سريعا برقم قياسى فى السباق .

ناضلت جرينفيلد لاتباع منهج العلوم البينية حتى تفوز بالوصول إلى جوهر التفكير نفسه ، فجعلها هذا شبه منبوذة ، وقالت ذات مرة لسميث الذى أخذ يتحول إلى منافس لها أكثر من أن يكون مشرفا عليها : " لا أستطيع أن أفهم السبب فى أنك لا تهتم بالوعى " . وأجابها : "ليس الأمر أننى لا أهتم به ، الأمر فحسب أن الوعى بعيد جدا عن أن يُفهم " .

جلست جرينفيلد فى ١٩٨٣ فى مطعم صينى وهى تأكل مع الفيلسوفة سوزان هيرلى ، زوجة أحد الأصدقاء . وعندما ناقشتا مشاكل أبحاثهما ، وجدتا أنهما تتسلقان " التل نفسه ولكن من اتجاهين مختلفين " ، وخرجتا بفكرة لترتيب سلسلة من المحاضرات عن الوعى يلقيها جهابذة العالم فى الإنسانيات والعلوم ، وعلى الرغم من أنه لم يتم الإعلان رسميا عن هذه السلسلة ، فإنها كانت تجذب فيضا من الجمهور فى كل شهر . وألقى مفكرون مشهورون هذه المحاضرات وسمحوا بجمع أوراق بحوثهم فى كتاب ، وكان بينهم جون سيرل من جامعة كاليفورنيا ، وروجر بنروز من أوكسفورد ، وليناس نفسه . وشاركت جرينفيلد فى تحرير الكتاب واسمه " موجات العقل " ، ونشر فى ١٩٨٥ ، وكان بمثابة نبوءة عما سيأتى فى هذا المجال و عما سيأتى فى العلم عموما من تفجر

لمنظومات معقدة بمنهج العلوم البينية . أما بالنسبة لجرينفيلد فقد كان يعنى ما هو أكثر . " أعادنى هذا وراء فى دورة كاملة إلى اهتماماتى الأصلية بالفلسفة والإغريق . لقد أمضيت كل هذه السنوات فى البرية وأنا أكد فى مسائل عملية ، وأصبحت الآن فى الثلاثينيات من عمرى وأنا أكثر وثوقا بنفسى ثقة بالغة " . وهكذا تميزت حياتها العلمية منذ ذلك الوقت بأنها تقرن بين شيئين معا ، العلم المتين والآداب المتينة ، أو الصورة الصغيرة والصورة الكبيرة .

عندما أصبح الكتاب متاحا ، قدمت جرينفيلد طلبا لمنصب أستاذ فى الطب فى كلية لنكولن ، كان هذا منصبا له اعتباره ، مثل منصب أستاذ مشارك فى الولايات المتحدة . ويقول كبير الكيميائيين بيتر أتكنز الذى كان عضوا فى لجنة إجراء مقابلة لها ، " تدقق جامعة أوكسفورد فى هذا المنصب . فلكل واحد فيه مهمتان – إلقاء المحاضرات فى الجامعة ، ودوره كمشرف فى إحدى الكليات " . وأُعجب أتكنز بصرامة جرينفيلد كمشرفة . هاك واحدة من الناس قد أجبرها ما كان من جهلها على أن تجهد فى العمل ، وهى تتوقع من طلبتها أن يفعلوا الشىء نفسه . ويقول أتكنز ، " كانت تتخذ نهجا قاسيا ، وهو ما كان يحتاجه طلبة الطب فى لنكولن " .

وضعها اختيارها فى منصب أستاذ بين النخبة فى مهنتها . كانت تُعد مرجعا وإن ظلت ترتدى جوربها الأسود المشدود وحذاء باريسيا طويلا أسود، وبنطلونات مخططة ضيقة ، وبلوزات رردية براقة ، لم تكن كلية لنكولن بتقاليدها الوقورة قد اعتادت على أشخاص من نوعها . وكلية لنكولن هذه هى التى أجرى فيها هوارد والتر فلورى أبحاثه لعزل وتنقية البنسلين ، ليفوز بجائزة نوبل ويؤدى بحثه إلى مولد عصر المضادات الحيوية الحديثة . كان مكتب جرينفيلد فى أعلى سلم خشبى متداع ، وقد اتصل بغرفة خاصة للمطالعة تتوفر فيها صحف اليوم ، وفاكهة طازجة وأجبان وشراب الشيرى ، وكانت وجبات الأساتذة تجهز على نحو فاخر . وتجلس جرينفيلد إلى المائدة الرئيسية وهى تدخن سيجارة من الأخرى وتتناقش على العشاء مع أتكنز، وهو باحث فى الكيمياء قد ترجمت مراجعه إلى ما يقرب من عشرين لغة . وكانا يجلسان مع الأفراد الآخرين من أعضاء هيئة التدريس فى غرفة الطعام الكبيرة السنديانية التى بنيت فى ١٤٢٧ ، وفيها ثقب عند قمة سقفها الخشبى المعقود كان يستخدم أصلا لنيران الطهى .

أحس أتكنز بكرهه لتدخين جرينفيلد ، كما لم يوافق على نظريتها عن الوعى . فهى تعتقد أن الفكر أعمق عمقا بالغا مما يستطيع أى كمبيوتر أن يقوم به قط؛ بينما هو يحاج بأن الآلات ستفكر ذات يوم تفكيرا أحسن من تفكيرنا ، وترد هى عليه بأن فى الكمبيوتر يكون الزر إما فى حالة تشغيل أو حالة إيقاف . أما المخ ففيه درجات كثيرة مختلفة من "التشغيل" و"الإيقاف" ، فالعصبونات قد تكون حساسة جدا لاستقبال الإشارات الكهروكيميائية ، أو تكون حساسة هونا ، أو غير حساسة مطلقا للاستقبال . والعصبونات أيضا فى مختلف المواقع فى المخ تشترك كلها فى عمليات التفكير نفسها ، وما يُعزى من صلة اختزالية بين المنطقة والوظيفة – الفكرة الخيالية عن نصف المخ الأيسر ونصفه الأيمن – لهو أمر فيه لبس بالكامل، وإذا كانت بعض المناطق تناظر بالتقريب وظائف معينة ، فإن العقل أكثر حذقا بكثير عما يذكره راسمو خرائط المخ . وعندما يفقد المخ إحدى الوظائف ، مثل الإبصار فى عين واحدة ، فإنه يعيد ترتيب أسلاكه ليستخدم مناطق مختلفة ويعوض ما فقده .

ويتولد الوعى فى رأيها عن مجموعات تبادلية من العصبونات سرعان ما تعمل عشرات الآلاف منها متأججة عبر المخ كله . وسمت هذه العصبونات "بالمجموعات" وحثت زملاءها على النظر فى كيفية اختلافها عند مختلف الأفراد . فهى تقول ، "تبدو كلمة الذاتية لمعظم العلماء على أنها أقذر الكلمات" ، إلا أن جرينفيلد تحس أننا لا نستطيع أن نقول أى شىء جوهرى عن الوعى ، إلا إذا استطعنا تفسير السبب فى أن كل فرد يختلف اختلافا بالغا عن الآخر .

عملت جرينفيلد فى نفس الوقت على إعطاء دفعة لأبحاثها على استراز الأستيل كولين ، ويقول سميث وهو يتذكر أفكارها عن كيمياء المخ ، "كانت تجارب وحيدة فى معركتها ، وكان الناس يعتقدون لا غير أنها ... مجنونة بعض الشىء . وكانت تنشر أوراق بحثها فى مجلات محكمة ولكنها ظلت لزمن طويل لا تستطيع الحصول على أى تمويل من مصادر حكومية" . ثم يقول وقد خفض صوته هامسا ، "كان هذا فى جزء منه لأن الناس فحسب لم يستطيعوا حقا (تصديق) الأمر" .

حدث فى أواخر ثمانينيات القرن العشرين أن تغير أسلوب أوكسفورد فى الحياة ، أو على الأقل تغير ذلك فى معملها الفارماكولوجي المناضل الذى تعرض للهجوم عليه . ظل قسم الفارماكولوجيا لسنين عديدة مرشحا لمحوه بالكامل . وكافحت جرينفيلد هى وسميث للحصول على تمويل . واتصل سميث بشركات عديدة . وطلب منه مديرو شركة سكويب ، شركة الأدوية البريطانية الهائلة ، أن ينظم ندوة عن علم الأعصاب بحيث يتاح لهم فهم ما يُتوقع من هذا المجال ماليا ، وقدمت جرينفيلد مع أعضاء آخرين فى القسم أبحاثها عن مرضى باركنسون وألزهايمر ، وقال لى سميث ، " كانت هى التى أثرت فيهم أكبر تأثير " .

انضمت جرينفيلد إلى سميث فى مفاوضاته مع شركة سكويب ، وإذا كانت أفكارها صحيحة فسيكون هناك إمكان هائل لتسويق الأدوية للمسنين الذين ولدوا فى أوقات الزيادة الحادة للمواليد بعد الحرب العالمية الثانية . وجرينفيلد تتفوق فى عرض آرائها أمام جمهور من المستمعين . ويقول أتكنز ، " إنها توضح روابط لا يراها أحد آخر . هناك عالم بيوكيميا مجرى اسمه ألبرت زنت جيورجى قال ذات مرة ، " إن العلم يتكوّن من رؤية ما يراه كل فرد آخر ، ولكن مع التفكير فيما لم يفكر فيه أى فرد آخر . وهذه هى مقدرة جرينفيلد " . فى سنة ١٩٨٧ أعطت شركة سكويب عشرين مليون جنيه استرلينى لقسم الفارماكولوجيا بجامعة أوكسفورد ، فى مقابل حقوق الملكية الفكرية لأبحاث علمائه فى علم الأعصاب ، وكانت هذه أكبر منحة واحدة منحت قط فى إنجلترا .

وثب النقاد مهاجمين المنحة ، وزعموا أنها صفقة فاوستية تقايض الموضوعية العلمية مقابل وظائف منعّمة . ويرد سميث بقوله ، " يستغرق نشر أوراق البحث فى الحقيقة زمنا بالغ الطول بحيث كان علينا ألا نؤخر أبدا نشر أى نتيجة تناسب سكويب " . لم يكن فى الأمر أى جديد فيما يتعلق بأسلوب رعاية العلم ، والأمر لا غير أن أوكسفورد انضمت مبكراً إلى عربة فريق البيوتكنولوجيا .

وتقول جرينفيلد ، " لم نكن فيما سلف من الأيام نحتاج لمال كثير جدا ، وإذا كنا نستطيع وقتها أن نظل فى حال متدن جدا ، وأن نكون عن عمد غير أكفاء ، إلا أنى أعتقد

أن هذا لم يعد بعد مما يصلح العمل به " . وعلى أى حال ، فإن جاليليو أبو العلم الحديث سمّى أقمار المشترى عندما اكتشفها بأنها " نجوم مديتشي " على اسم أسرة رعاته الأثرياء .

حدثت اكتشافات متسارعة حول المخ أدت بأن يُطلق على السنوات الأخيرة من الألفية لقب " عقد المخ " . وتحمس أفراد القمة من الباحثين فى العمل على الوعى ، وهم يتقاذفون جيئة وذهابا بالكتب الهائلة ، وأنوات الذاتية ، والنظريات . كان هناك فى جانب أنصار المذهب " الفيزيقى " (Physicalists) مثل دانييل دنييت بجامعة تفتس ، الذى يرى أن تجمعات العصبونات هى نسخ من " مسودات متعددة " ، ومثل مارفن مينسكى خبير الذكاء الاصطناعى فى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا الذى يحاول بناء ماكينة تفكر ، ومثل رودلفو ليناس نفسه ، الذى كان يرى ببساطة أن الوعى واحد من المنتجات الكثيرة للنبضات الكهروكيميائية الروتينية . وعلى الجانب الآخر كان هناك أنصار نزعة " الغموض " (Mysterians) ، بما فيهم الفيزيائى روجر بنروز وعالم السيكولوجيا التطورية ستيفن بينكر . وهم يرون أن الوعى أقرب إلى سر غامض مأساوى ، وأنه فى مجموعه الكلى أكبر من حاصل جمع أجزائه من العصبونات والكيمياء الفيزيولوجية ، ويتجاوز إلى مالا نهاية قدرة أى آلة . وهكذا كان مجال الوعى فى أزمة . وأخذ برنارد بآرز عالم النفس بمعهد رايت فى بيركلى بولاية كاليفورنيا يقارن ما يوجد فيه من تشوش بحالة علم الطبيعة قبل نيوتن مباشرة .

بينت نظرية جرينفيلد عن الوعى نوعية الحل التوفيقى الذى يدمج معا عناصر من جوانب كثيرة من الخلاف ، وألفت كتابها "رحلة إلى مركز العقل" الذى كان بخلاف معظم الكتب الضخمة التى أنتجت وقتها ، كتابا صغيرا واضحا ، ممتعا ، ومعقولا . ولما كانت تكتبه كنوع من الاسترخاء فى عطلات نهاية الأسبوع ، فقد مرت بسلاسة عبر الأبحاث التى " لابد منها " عن أفلاطون حتى تضع حدودا لأرض وسط . ورأت العقل وكأنه يشبه أحد المؤتمرات التى ترأسها – حيث هناك مجموعات عصبونات متباينة وكأنها دوائر لها مركز متحد تشتعل للعمل فى أوقات مختلفة . وتتراوح بين مد وجزر فى قدرتها على التنبه أو التلقى ، مشكّلة مجموعات متغيرة . وثمة صور جميلة كهروكيميائية للمخ تبين رقعا كهربائية تندفع وامضة أو شبكات من آلاف من أفرع العصبونات تنطلق نيرانها

عندما يسمع أحد العقول جملة وحيدة . وهى تصمم على أن العلم يفكك لنا تلك العمليات التى تتشكل وتتغير بها هذه المجموعات من العصبونات . وهذا يجعل جرينفيلد من أنصار نزعة الغموض ، بل وأكثر من ذلك : إنه يجعلها فنانة فى المنظومات المعقدة ، على طريقة أوليفر ساكس عالم الأعصاب الذى طالب بأن يستعيد العلم الإنسانيات لتكون فى القلب منه .

وحتى تذكر جرينفيلد العلماء بأنه ما من عقلين اثنين يفكران تفكيرا متماثلا ، فقد ظلت تكرر ما تنادى به من أن الأبحاث على الوعى لن تستطيع أن تدعى أى نصر حتى تستطيع أن تذكر شيئا عن الفروق بين الأفراد . والواقع أنه ما من أحد فى العلم قد أخذ على عاتقه حل هذه المشكلة الرئيسية . وكان الطب ينجز ما يبدو أنه خطوات واسعة هائلة ومريحة باستخدام أدوية المنبهات النفسية للمرضى العقليين أو الأطفال المصابين بفرط النشاط ، ولكن أحدا لم يكن يفهم حقا السبب فى أن دواء الريتالين مثلا له مفعول مختلف فى الأفراد المختلفين ، أو السبب فى أن نفس الناقلات العصبية فى العقول السليمة صحيا تؤدى إلى خلق شخصيات مختلفة . فالعلم قد اختزل رؤيته إلى حد بالغ الضيق ، وبالنسبة له فإن العقل والانفعال ، والمعقول واللامعقول ، أمور لا تقبل الانفصال ، مثلما كانت بالنسبة ليوريبيدس (*) . وتكتب جرينفيلد ، " لايستطيع الكمبيوتر أن يفكر لأن الكمبيوتر لا يستطيع أن يشعر . وتكمن المشكلة فى الاستراتيجية ، فعندما نبنى ماكينات أفضل وأفضل ... يظل هناك عنصر ناقص ، فالمشاعر التى تشكل جوهرًا وعينا تصبح على نحو ما شيئًا ماديًا ، والأمر يشبه أن نضيف بعض عناصر إلى بهار من الكارى يتزايد لذعة وروعة ، على أمل أن النكهة ستتحول تلقائيا إلى طعم بودنج حلوى ألاسكا " . كان ما أدركته هكذا هو الخطوة الحرجة للدخول إلى العلم الجديد بمنظوماته المعقدة ، العلم الذى سوف تناصره .

يتذكر أتكنز ما حدث فى كلية لنكولن من مناقشات بينه وبين جرينفيلد حول الوعى فيقول عنها إنها مناقشات " تتصف على نحو بهيج بأنها بلا حل ، وهكذا يمكن لها أن تستمر فى كل ليلة " ، وفى أول الأمر كانا يجلسان أحدهما بجوار الآخر بالصدفة ، وبعدها كان هذا يحدث " عن قصد " . وحلّت لهما لقاءاتهما على الطعام مشكلة الخروج

(*) كاتب تراجيدى إغريقى عاش حتى ٤٠٦ ق . م (المترجم) .

معا في مواعيد لقاء ، ثم تزوجا في ١٩٩٢ . وقامت ابنة أتكنز من زواج سابق بالشهادة على الزواج في مكتب تسجيل بقرية صغيرة . وقام بدور وصيف العروس الرئيسي شقيق جرينفيلد الأصغر ، وكانت قد استكشفت مخاوف طفولته في كتابها ، واستغرق شهر عسلهما إجازة من يوم واحد . على أن سوزان جرينفيلد تنازلت بالفعل تنازلا رئيسيا واحدًا ، فقد وافقت على الامتناع عن التدخين .

- ٥ -

ظهرت جرينفيلد في ١٩٩٤ في حوار تليفزيوني جرى في وقت متأخر ليلاً قالت عنه إنه " لن يشاهده إلا رجل واحد مع كلبه " . وكانت جذابة في حديثها وسريعة البديهة الأمر الذي جذب انتباه المعهد الملكي ، المؤسسة البريطانية الرئيسية المكرسة لتوصيل العلم إلى الجمهور ، والتي يرجع تاريخها إلى ١٧٩٩ ، ويختار المعهد الملكي في كل ديسمبر عالما مبرزا ليدير له ' محاضرات الكريسماس ' التليفزيونية للأطفال ، وقد صيغ في المحاضرات السابقة تقليد بريطاني مهم لإبراز شخصيات مهمة مثل . مؤسس المعهد مايكل فاراداي ، وعالم الفلك كارل ساجان ، ومؤخرا ريتشارد دوكنز عالم البيولوجيا بأوكسفورد . وفي ذلك العام أصبحت سوزان جرينفيلد أول امرأة في التاريخ تلقى محاضرات الكريسماس للمعهد . ونالت في ذلك نجاحا هائلا .

أدى ذلك النجاح إلى سلسلة أحاديث في هيئة الإذاعة البريطانية ، وإلى كتاب جماهيري عن المخ . وأخذت أيضا في كتابة عمود صحفي منتظم لصحيفة " الإندبندنت " ، وهي مهمة ، كما تقول ، كانت تنجزها " عصر أيام الأحد ، مثلما قد ينجز الأفراد الآخرون مهمة رعاية الحديقة . وهذا يفيدني في رؤية منظر الغابة الكاملة بدلا من الأشجار الفرادى " . وناقشت في عمودها ومحاضراتها الجماهيرية عبر البلاد موضوعات مثل التمييز ضد النساء ، والحاجة للتوليف بين العلوم لدراسة الوعي . وتعلق صحيفة "التايمز " على ذلك بأن ما تقوله جرينفيلد فيه حماس وإلهام " بطريقة فيها حيوية وخيال " . كما أن تواصلها مع الجمهور زاد من حيوية أبحاثها ، كما يلاحظ طالب بحث لديها هو ستيف إيميت ، وذلك بأن أجبرها ذلك على أن تقلل من اندفاعها وأن تبسط الأمور . ويقول إيميت متذكرا أنها في السنوات الباكرة " كانت تتحدث بسرعة بالغة حتى

أن أفراد المجموعة لم تكن لديهم القدرة على متابعتها . أما الآن فقد أصبحت مفهومة أكثر ، وكان هذا مما أفاد المجموعة " .

وجرينفيلد فى مقالاتها وفيما تعرضه لم تكن مجرد مؤدية : وإنما هى تقدم عملية تفكير الباحث فى عرض للجمهور وهى تتكشف أمامه . وعندما تحضر جلسة مؤتمر فيها ما يختلف ورأيها اختلافا شديدا فإن قراءها سيعرفون ذلك . وعندما تصل إليها إشاعة خبيثة حول سيدة من العالمات ، سيعرف القراء ما يُحدثه تداول الإشاعات من إهانة .وعندما جعلتها الكتابة للتليفزيون تدرك أهمية الاستعارات المجازية فى النظرية العلمية ، عرف جمهورها ذلك مثلما عرفته . وعندما يحل شهر سبتمبر وتتذكر ما أنفقته من وقت فى إشراف فردى على أفراد من طلبة الجامعة ، فإن قراءها سيعرفون قيمة التدريس فى الأبحاث . عُقد المؤتمر الدولى الثانى عن الوعى فى جامعة أريزونا سنة ١٩٩٦ ، وجذب إليه ما يزيد عن ألف مشترك من العديد من المجالات ، وتحدثت جرينفيلد فوق منصة كان من بين من جلسوا عليها رودلفو ليناس، وأخبرت جرينفيلد قراءها عما تكشف لها هناك عن السبب فى أن الكمبيوترات لن تكون قط فى حذق البشر : ' ما من كمبيوتر يستطيع أن يضحك ، أو أن يقع فى الحب ، أو أن يشعر بالنوم ... . والانفعالات بالنسبة إلى ، هى لبنات بناء العقلية البشرية ' . وهى عندما تكتب بنشاط وصراحة أثناء ممارستها للحياة ، فإن ذلك كان يشبه السير فوق حبل مشدود على منوال أسلوب الكاتب العنيف جاك كيرواك. كانت تستحث نفسها بأن تتعمد الانطلاق قبل أن تستكمل استعدادها وحججها – وهذا وضع غير مريح بالنسبة لمعظم الأكاديميين ، ولكنها تفسر ذلك قائلة ، " إن هذا يفيدنى فى أن أحافظ على المنظور الأوسع الذى يفتقده معظم الباحثين " .

كذلك كانت شخصيتها العامة تكشف أحيانا للأنظار عما لها من أفكار قد تبدو حمقاء أو غير دقيقة ، ويتم طبعها على شبكة ويب المنتشرة عالميا . وقالت ذات مرة " أنا أحب الرأسماليين مضاربى البورصة ، إنهم قراصنة العصر المتباهون " . وذُكر عنها فى أحد مواقع شبكة ويب أنها تحس بالقلق من أولئك الأشرار الذين " يتسللون " إلى وعى أى فرد . وساهمت ببعض الأفكار عن قرص مدمج يسجل أغانى يأخذها المرء معه وهو منعزل فى جزيرة صحراوية (وتضمنت اختياراتها أغنية 'سمعتها خلال كرمة العنب' ،

و" السكر البنى " ، " ولا ، لست نادما على شىء ") . وأدت رغبتها هذه فى أن تكون شخصية جماهيرية ، ونجاحها فى ذلك ، إلى إثارة حنق بعض زملائها، وقالت جرينفيلد لصحيفة التايمز ، " العلماء ... إن أعصابهم تتوتر عند الحديث عن أى شىء بعيد عن خبرتهم ، بينما رجال الإعلام يطوفون فى مدى واسع من الموضوعات . وعندما يسألوننى فإنى دائما أستجيب لهم " .

كانت تستلهم مباهج العقول المحبة للاستطلاع التى لا تأخذ أمورها مأخذا جديا أكثر مما ينبغى ، وهناك دائما جمهور لهذا التأمل الفكه المبدع للعلم طالما بقى العلم ، وتظل تنفجر له منافذ الكترونية . بدا فجأة أن جرينفيلد أصبحت على استعداد كامل للوصول للحظتها التاريخية . ففى ١٩٨٩ بذل زميلها الباحث الإنجليزى ستيفن هوكنج جهدا شاقا طويلا لتأليف كتاب جميل وإن كان غير مفهوم نوعا اسمه ' تاريخ موجز للزمان ' ، وشهد هوكنج كتابه هذا وقد أصبح له شأن عظيم دوليا فى قائمة أكثر الكتب بيعا ، أدى وجود جمهور كبير لأفلام " حروب الفضاء بين النجوم " ، ورواج الكتب العلمية بعد كتاب هوكنج ، ونشأة قنوات الكابل التليفزيونية مثل قناة " ديسكفرى " (اكتشاف) ، " والقناة التعليمية" وكذلك نشأة شبكة ويب المنتشرة عالميا – سرعان ما أصبح موقع شبكة ويب لمهمة سفينة الفضاء المريخية المسماة " الباحث عن الدرب " فى المريخ فى ١٩٩٦ أكثر موقع فى التاريخ يُقبل المشاهدون على رؤيته – أدى هذا كله إلى خلق الفرص لظهور نجوم شعبية للعلم فى تسعينيات القرن العشرين ، وقبلها لم يكن ليوجد غير قلة من الأفراد يشاهدون عالمة مثل سوزان جرينفيلد .

أدى انتشار جرينفيلد جماهيريا إلى الارتفاع بصورة العلم فى بريطانيا العظمى ، بل إنه أفادها هى أيضا فى أن تخطو للوراء للتطلع إلى الصورة الكبيرة . وذات أمسية مطيرة ليوم أحد (يدين العلم البريطانى بالكثير للمناخ الذى يشجع على أن يتفحص المرء أفكاره) تمددت جرينفيلد على أريكة فى بيتها الريفى وأخذت تدون باختصار المعالم التى اكتشفت حديثا عن استراز الأستيل كولين – دوره فى مَرضى ألزهايمر وباركنسون وفي تنامى الجنين ، وحقيقة أن استراز الأستيل كولين له فى الأجنة نفس شكله فى مرضى ألزهايمر ، ولكنه يختلف عن شكله فى البالغين الناضجين الأسوياء ، وكيف أنه يظهر فجأة على نحو محير فى مناطق مختلفة من المخ . كانت جرينفيلد قد

أجرت سلسلة من تجارب رائعة على الجرذان رأت فيها استراز الأستيل كولين وهو يختفى فى حيز خارج الخلايا المحيطة " بالمادة السوداء " ، وهى جزء ميكروسكوبى من المخ له أهمية حيوية للحركة . كانت تعرف بالطبع أن الاستراز له علاقة بوظيفة العضلات ، وكانت نانسى وولف الباحثة فى جامعة كاليفورنيا بلوس أنجلوس ، قد كتبت عن عصبونات كروية لا تشبه أى عصبونات فى أى منطقة أخرى من المخ ، ولاحظت أن هذه العصبونات الكروية تتشارك فى ملمح واحد – أنها كلها تحوى استراز الأستيل كولين . نظرت جرينفيلد إلى القائمة التى دونتها ، وأحست أكثر من أى وقت سبق بأن هذه المادة الكيميائية هى مفتاح لصحة المخ . وكان هناك فارق فى وضعها الآن ، مع أستاذيتها فى أوكسفورد ، ونجاحها إعلاميا ، ونشرها لسلسلة من نتائج مقنعة فى مقالات بمجلات علمية يراجعها محكمون (نهائى مقالات فى ١٩٩٥ ، وسبع مقالات فى كل من ١٩٩٦ و١٩٩٧) ، كان فى هذا كله فارق بأنها تستطيع الآن تعبئة الموارد لأبحاثها ، ومع اتساع جمهورها زادت أبحاثها كثافة . وتحولت بصورة نمطية إلى مجال آخر لتتخذ خطواتها التالية .

اتصلت جرينفيلد قبل ذلك بسنة بزميلها فى أوكسفورد دافيد فوكس عالم بيولوجيا الخلية ليساعدها فى إنشاء تكنيك لوسم استراز الأستيل كولين بصبغة مفلورة ، حتى يمكن متابعة مساره فى المخ . ومع زيادة اهتمام فوكس بأبحاثها وبفرع علمى جديد هو الجينوميات المقارنة ، طرحت جرينفيلد أن يضما جهودهما معًا . واستغلا خبرتهما فى مجالين مختلفين ، ليأخذا فى البحث عن ذلك الجزء من جزىء استراز الأستيل كولين المسئول عن وظائفه غير المعروفة ، فلعله قد يكون مسئولا عن الطريقة التى يقتل بها مَرَضا ألزهايمر وباركنسون خلايا المخ .

وعندما أصابا بعض النجاح المتواضع مبكرا ، تحدثت جرينفيلد إلى سير مارتن وود ، مدير (أجهزة أوكسفورد) ، وهى شركة خاصة تساعد الباحثين فى أوكسفورد على تنمية أفكارهم بدعم من رأس المال الاستثمارى . وعمل وود وزميله دافيد توماس على تشجيعها هى وفوكس حتى يكتبا الخطوط العريضة لمسودة طلب براءة اختراع لببتيد (*)

(*) الببتيد جزىء يتكون من اتحاد عدة أحماض أمينية ، ويدخل فى تكوين البروتينات (المترجم) .

كانا قد بدآ في عزله ، وطرحا عليهما تشكيل شركة لدراسة مَرضى ألزهايمر وباركنسون . وبحلول ديسمبر ١٩٩٧ كان وود قد جمع ستمائة ألف جنيه لأبحاثهما ، وهكذا ولدت شركة (سينابتيكا) التي يملكها معا جرينفيلد وفوكس ، سعدت جرينفيلد بإجراء الصفقة ، وقد تميزت بما يلزم من علانية وضجيج . " عندما يكون المرء مع الرأسماليين الاستثماريين ، ورجال البنوك في حي المال ، وقواد الصناعة ، والناشرين والساسة أيضًا ، فإن عليه أن يجيد لغات عديدة ، وقد وجدت في هذا تحديا بالغا " .

ظهر في أنحاء العالم الكثير من الباحثين الآخرين الجدد في هذا المجال ، يبحثون عن علاج لشفاء مَرضى ألزهايمر وباركنسون ، متوقعين ربحا مجزيا من الجيل المسن الذي ولد مع الزيادة الحادة في المواليد بعد الحرب العالمية الثانية . وكان وجه الاختلاف أن جرينفيلد أقنعت مستثمريها هم والجمهور بأنها تستطيع إنجاز ذلك بالتركيز على استراز الأستيل كولين . وكانت شركة أدوية فايزر العملاقة قد أخرجت لتوها دواء جديدا يثبط مفعول الاستراز ، وذلك لعلاج ألزهايمر . ويقول ستيف إيميت مساعد جرينفيلد وواحد من أول الأفراد الذين وظفتهم سينابتيكا " أنفقوا ولا ريب في فايزر ملايين الأموال ولكنهم لم ينتجوا بأي حال ما هو جديد . فالتاكرين هو المثبط التقليدي لاستراز الأستيل كولين في حالات ألزهايمر . وقد حوروا الدواء كيميائيا وحاولوا تحسينه . ولم يحاولوا صنع إنجاز جديد بينما يلزم لأمثالنا من الأفراد أن يكونوا ذوي حدس وبصيرة . فهذه هي الطريقة الوحيدة التي يمكن بها التوصل قط لعلاج أحد الأمراض " .

ويقول فوكس إنه مع أن سينابتيكا قد بدأت بحفنة من الأفراد ، فإنها نمت " كما تنمو الهيدرا " ، جالبة إليها باحثين من الشباب من أفرع علمية عديدة – مثل الفيزيولوجيا الكهربية ، والبيوكيمياء الجزيئية ، والجينوميات ، وسلوك الحيوان . شغل الباحثون جزءًا من الطابق الثالث من مبنى جديد للفارماكولوجيا، حيث كل معمل قريب من الآخر لتشجيع الاتصال بينهم . وكانوا يجتمعون أسبوعيا لمناقشة أبحاثهم – ملتمسين مواضع الربط في جزيء استراز الأستيل كولين ، ومخلقين الببتيدات ليختبروها – بما يصل بهم إلى أكبر الأسئلة : ما الذي يمكنهم بالضبط تسويقه ؟ ويقول ستيف إيميت : " كنا نبدأ اجتماع المعمل من وجهة نظر اختزالية ، ثم نبني على ما نراه في الواقع في نماذجنا الحيوانية ، وبعدها ننشئ فرضًا . وكان هذا ينجح على نحو

طيب " . وسبب ذلك هو موهبة جرينفيلد فى العثور على المسار الصحيح . ويقول إيميت : "إن لهذه (النطاطة) قدرة أسطورية على الحدس " .

على أنه نتيجة لانطلاق جرينفيلد بسرعة رهيبة ، أخذ الباحثون الآخرون يسددون طلقاتهم كيفما اتفق . وتحداها مايكل لاسى من جامعة لندن فيما يتعلق بنتائجها عن استراز الأستيل كولين . وكان قلة من الباحثين معها الأصغر سنا ومن باحثى ما بعد الدكتوراه ، عندما يستمعون إلى أحاديثها المتوهجة ، يجدون أن جرينفيلد مثالية ومتفائلة بأكثر مما ينبغى بالنسبة لحالة العلم المتدنية فى إنجلترا . إلا أنها تستطيع أيضا أن تكون صعبة المراس إذا لم يحصل المرء على نتائج ، ولكنها كانت تعمل جاهدة أكثر من معظم منافسيها . فهى تبدأ العمل بحلول الخامسة والنصف صباحا، وتصل إلى المكتب فى السابعة والنصف ، ويقول إيميت : " لم تكن تغادر العمل حتى السابعة والنصف مساءً ، وبالتالى فهى تعرف المدة التى يقضيها أى فرد هناك . وكانت تحدد مواعيد نهائية للإنجاز فى زمن ضيق حقًا " .

كان إيميت متين البنية ، وودودا وأصلع بالكامل ، وقد أفاد مما لديها من حدس . وكان ابنا لمهندس فى القوات الجوية ، وظل يتبارى فى سباقات الدراجات حتى أدت به حادثة إلى السقوط فى أخدود شديد الانحدار . وبرأت جراحه ، ولكنه كف عن ركوب الدراجة ، وحدث بعد شهر من الحادث وهو فى سن العشرين أن فقد شعره كله . وفكر فى أن يتخذ مهنة طب الأسنان على غير ميل لها ، إلى أن زار جرينفيلد فى أوكسفورد . وعندما سمعته يبدى اهتماما بالسموم الطبيعية ، سألته إن كان يود أن يذهب إلى أورجواى لمدة عام ليعمل على سموم الثعابين التى يمكن استخدامها للتحكم فى استراز الأستيل كولين (تؤدى السموم إلى شلل الضحايا بإزالة استراز الأستيل كولين) . وطلبت منه أن يفكر فى الأمر . وبعدها بشهور معدودة هاتفته لتقول له إن لديه يومًا واحدًا يتخذ فيه قراره . ورد عليها فى الهاتف موافقا ، ووضع السماعة ثم أصابه الهلع . ويقول إيميت عن هذا الانعطاف السريع فى حياته : " درست الثعابين لأسبوعين فى حديقة حيوان لندن ، وحشوت رأسى بسرعة فى الطائرة من كتاب للجمل الإسبانية . كان الأمر خياليا " .

إلا أن الأمر نجح ، كما يحدث كثيرا . وجد إيميت خارج مونتفيديو ثعبانا يسمى المامبا الأخضر ، ينتج سُمًّا اسمه فاسيكيولين ، ويتحد هذا السم مع استراز الأستيل كولين " عند موقع خاص جدا لا تتحد معه معظم المثبطات الأخرى " ، الأمر الذى يُمكِّن سينابتيكا من دراسة أنزيم الإستراز بتفصيل أكبر . وأدى نجاح إيميت إلى أن يزيد لا غير من شدة إعجاب أفراد المجموعة بحدس جرينفيلد . ويقول إيميت : " إذا كان يمكن أن يكون لدى أى فرد إلهام من الله ، فأعتقد أن جرينفيلد لديها فيما يحتمل هذا الإلهام " .

- ٦ -

قال البعض إن هذا الإلهام ليس كله من الله . إن العلم طلب للحقيقة ، ويقول دافيد سميث معقبا إنه فى حين أن " معظم العلماء يعملون عملا شاقا فى التفاصيل ، إلا أن سوزان صاحبة رؤية تُخضع لها مجال بحثها ، ووجه المغامرة هنا ، وقد ناقشت ذلك معها ، أنها لا تجيد التفاصيل تماما . وليس هذا نقدا ، وإنما أقول فحسب إن هناك طرائق مختلفة لأداء العلم . وهذا هو السبب فى أنها ودافيد فوكس يشكلان مشاركة طيبة فى سينابتيكا ".

بل إنه حتى فى داخل مجموعتها ، كانت طريقة جرينفيلد الجريئة فى تناول الأمور تثير أحيانا الأسئلة عندما يطرح الأفراد الأصغر سنا نتائجهم . ويعقب ستيف إيميت قائلا ، " يجب أن يكون العلم جيدا " ، ثم يضيف : " إنها متحمسة جدًا لرؤية نتائج إيجابية . وأحيانا يكون من الصعب أن نجعلها تقدر أهمية المعطيات الحاكمة أو السلبية ، وعندما تفعل ، فإنها تسارع إلى وضع هذه المعطيات فى سياق فرضها الشامل " .

طرحت جرينفيلد أن المعطيات السلبية ، أى التجربة " التى لا تنجح " ، ربما يكون منها مفتاح لإنجاز أعمق إذا طرح المرء بعيدا فروضه القديمة ، وأحد أجزاء عملية تغيير الفروض القديمة هى أن تجلب للمشكلات الكبيرة تكنيكات كثيرة من فروع علمية مختلفة . وتقول جرينفيلد : " لما كنت لم أنشأ فى مجال معين دون الآخر ، فقد كان لى خلفية غير معتادة بأى حال ، وبسبب ذلك كنت أستطيع أن أتحرك بسهولة بين هذه الفروع المختلفة من العلم ، منطلقة لأسحق هذه الحواجز المختلفة ، بينما ليس لدى خبرة كاملة أكيدة فى أى منها " .

وجرينفيلد مثلها مثل كريج فنتر فى الجينوميات ، تستمتع بأن تهز العلم التقليدى . وهى تقول عن ذلك ، " المشكلة هى أن عددا قليلا جدا من الأفراد يكون عندهم أى أفكار . إن الأمان كلمة تلائم مزاولة الجنس ملاءمة أفضل كثيرا من ملاءمتها للعلم " . وفى هجوم على ما أبداه أحد الباحثين من تحذير فى مجلة ، عنفته جرينفيلد على نقده الذى يقول فيه إن جانب الإبداع فى استراز الأستيل كولين ربما يرجع إلى تلوث معملى . وكتبت إلى المجلة الرزينة " نيوروكمسترى إنترناشيونال " (كيمياء الأعصاب الدولية) لتقول ، " فى حين لا يستطيع أحد أن يثبت أنه لا توجد مادة ملوِّثة ... مثلما لا يستطيع أحد أن يثبت أنه لا يوجد براد شاى يدور حول المريخ ، فإن أقل ما يقال هنا أن هذا سيناريو من غير المحتمل أن يحدث " . (ويقول إيميت ، " قد أحببت هذه القفشة " .) وانتقدت جوزيف ليدوكس بجامعة نيويورك الذى ألف كتاب " المخ الانفعالى " ليصف انفعالات الجرذان ، فقالت جرينفيلد : " أكثر ما يثير الاهتمام حول الانفعالات هو أننا نحس بها ، وإذا لم نحس بها فإن هذا يكون فقط رد فعل منعكس ، وهذا هو كل ما حصل عليه ليدوكس " . كانت جرينفيلد ترتدى تنورات قصيرة من نوع " المينى " مع أحذية باريسية طويلة بكعب مرتفع ، وكانت تبدو فيها حسنة المنظر ، وكأنها تبرهن للنساء الأصغر سنا بألا داعى لأن يقلقن أكثر مما ينبغى حول مدى تقبل الآخرين . " أنا أقول لهن أن يغامرن . وهل هناك أى مشكلة كبيرة لو كن على خطأ ؟ " وذات مرة صبغت لها سكرتيرتها شعرها بصبغة وردية من باب الفكاهة . وبعدها ، لم تتمكن من إزالة الصبغة ، وظلت تجول فيما حولها لعدة أيام وشعرها مخطط باللون الوردى .

ظل النقاش عن الوعى يدور من حولها ليصل إلى قمة حرارته كلما دخلت فروع علمية جديدة فى الجدل الدائر . وأحس دانييل دينيت باليأس عندما طلبت منه مجلة علمية مقالا يجمع شتات الأبحاث عن الوعى . وقال لصحيفة " نيويورك تايمز " إن الجدل كان يبلغ درجة من الحدة " تكاد تكون مضحكة " ، وسدد هجومه على الفيزيائيين مثل بنروز : " هناك فرع علمى هو الأشد جهلا حول المخ ، بل وهو الأشد عجرفة حتى من الفلسفة " ، وهاجم جون سيرل كتاب الفيلسوف دافيد تشالمرز عن الموضوع وذلك فى مجلة " ذا نيويورك ريفيو أوف بوكس" (مجلة نيويورك لعرض الكتب) ، قائلا إن تشالمرز هو ودانييل دينيت كلاهما يرتكبان " نفس الخطأ الغبى " عندما

يفترضان وجود كيان مثل الذات ، وإذ تزود علم الأعصاب بالوقود من الأبحاث الواعدة عن تنامى مخ الوليد ، فقد لعب دورا رئيسيا لرواج العلم جماهيريا فى وسائل الإعلام . ولما كانت جرينفيلد متقدة الذكاء ، وذات بيان واضح ، وفيها وسامة وفكاهة ، وغير متكبرة ، ولاذعة فى نقدها ، فإنها بذلك كانت خلاصة العلم المتفاعل . إلا أنه كان هناك بعض خطر ، فقد قال كريستوف كوخ ، عالم الأعصاب محذرًا ، " سوف نُستدعى لنحاسب خلال خمس أو عشر سنوات ... إن لم نسلم نتائج " .

وصلت جرينفيلد فى ١٩٩٨ إلى ارتقاء إحدى قمم العلم فى بريطانيا العظمى – فقد عينت مديرة للمعهد الملكى ، حيث كان عليها أن تلعب دورًا رئيسيًا فى توصيل جدول الأعمال العلمية للجمهور ، وعندما قرأت فيرونيكا ليمون مدرسّتها القديمة للكلاسيكيات ما ذكر حول ذلك فى صحيفتها ، لم تستطع أن تصدق أن هذه هى سوزان جرينفيلد نفسها التى كانت تعشق " الباخوسيات " . وأضفى عليها هذا المنصب دور الباحثة الأولى فى البلاد ، ويقول إيميت مبتسما فى ابتهاج ، " إنه منصب يعنى الهيبة والمال والسلطة " . وهدفت بأسلوبها المميز لها إلى أن تستخدم هذا الدور كطريقة تعزز بها الصورة الكبيرة ، ولتحلم بأحلام عملية ، وتجلب المزيد من النساء والطلبة من شتى الخلفيات إلى دراسة العلم .

أدى تعيينها فى هذا المنصب إلى تفتح فرص من كل الأنواع ، بمثل ما أدت إليه سلسلة أحاديثها الستة عن المخ فى هيئة الإذاعة البريطانية . ودُعيت هى وأتكنز إلى تناول الشاى فى قصر بكنجهام . وطارت بها هيئة الإذاعة البريطانية عبر العالم كله لتتابع لها أفضل الباحثين ، إلا أن هذا المنصب ركز الأنظار أيضا على قضية طالما كان الناس يحسون بها ولكنهم ينكرونها .

فى أيام كفاحها الأولى ، كانت جرينفيلد أول من سينكر فكرة وجود تعصب لأحد الجنسين فى العلم ، ولكنها كانت كلما زادت ارتقاء زاد إحساسها بالأمر سوءا . وتقول جرينفيلد ، " هذا أمر لا يماثل أن يقرصك أحدهم فى ردفك ؛ والحقيقة أنه لو كان يماثل ذلك لكان أمرا سهلا . ولكنه أشد كثيرا فى الغدر والمكر ويزداد سوءا كلما زاد المرء ارتقاء " . ذات مرة حيّاها عضو فى البرلمان فى اجتماع إحدى اللجان قائلا . " كيف حالك أيتها

الشابة ؟ " فكتبت عمودًا عن التلميحات الهامسة بأن من النساء العالمات من ترتقى للقمة" عن طريق سرير نومها " . وفى إحدى الحفلات قدمها أحد رؤساء الأقسام لأحد الطلبة على أنها " إحدى أساتذته " . وتتساءل جرينفيلد لو أنها كانت رجلا ألم يكن سيقدمها كأستاذ محدد بالاسم ؟ .

عملت جرينفيلد على التأكد من أن يكون فى سينابتيكا خليط من الرجال والنساء ، وأحضرت معها عددًا كبيرًا من النساء . وكانت إحداهن هى مساعدتها ، وهى أم عزباء لاثنين ، وكانت تعمل فيما سبق كمديرة فى الإعلان ، وقد نشأت مثل جرينفيلد من طبقة العمال . وتقول ساندى لاو ، " إن سوزان غير تقليدية ، وأعتقد أنها توجه اهتماما لأولئك الذين لهم خلفية غير تقليدية ، خاصة حينما يحتمل وجود وجه ضعف فيهم . وهى تسعد بأن تسنح لها الفرصة لرعاية شخص من هذا النوع إذا رأت فيه هذا الاحتمال ، وهذا شىء فيه نوع من المغامرة " .

ومع وصول جرينفيلد إلى القمة فى مهنتها ، إلا أن معاناتها للمصاعب النسائية لم تنته . وقالت بعد زمن قصير من معرفتها بترقيتها ، " هناك من يدعون بمكر أنهم يعملون على رعايتك ، أو من يتجاهلونك فى اجتماعات اللجان ، أو يبخسون هونا من منزلتك ... ، وسيبدو الأمر مضحكا لو شكوت من ذلك . وعليك فحسب أن تمتص ما يحدث ، أو أن تحاول أن تجعل منه فكاهة ، على أن هذا " أمر شاق جدًا " . كان هذا ما أكدته جرينفيلد ليلة تسلمها رئاسة المعهد الملكى ، الذى كان سلمه العتيق ذو الصرير مزينا بصور رجال العلم فى بريطانيا العظمى .

- ٧ -

كانت إحدى وسائلى المفضلة للتسلية وأنا طفل أن أتأنّى وأنا فى طريقى للعودة من المدرسة إلى المنزل ، وأعاود متابعة أفكارى فى ربع الساعة الماضية . كنت أحب تلك التداعيات الغريبة التى تشبه الأحلام التى تقود الواحد من توهمات القرصنة ، إلى أعمال البطولة فيما بين النجوم ، ثم إلى البنات . كانت ترابطات أفكارى تسحرنى . كان فيها مفاتيح سر غامض يمكن أن تسلينى لساعات عديدة . ما هو الحدس ؟ لقد شبهه كريج

فنتر بأسرع وأقوى الكمبيوترات كلها ، وهو يمزج العوامل والبدائل التى يختصرها القلب والعقل لأبسط وأقوى احتمال مرجح . ويقول فنتر ، " إن ما أنجزه هو ترابطات " . أما عالمة البيولوجيا المشهورة باربارا ماك كلينتوك فتشبه الحدس بنوع من " الرؤية " البوذية حيث ينجز العالم ما يكاد يكون توحدا صوفيا مع موضوعه . وتمقت جرينفيلد التشبيه بالكمبيوترات ، " يمكن للمرء هكذا أن يقارن العقل أيضا بسلطانية سباجتى ، ففيها ما يشترك مع العقل أكثر جدا من الكمبيوتر " .

وفوق كل شىء فإن كتابات جرينفيلد الصحفية ، وطريقة ملبسها المسرحية – الأحذية العالية ، وتنوراتها السوداء الجارفة ، والخطوط الوردية فى شعرها – وإحساسها بأن الحياة مباراة ، وأنه كلما عمل المرء بجهد أشد يكون عليه أن يمرح مرحا أشد ، هذا كله إنما هو جزء من شخصية تلتمس الصورة الكبيرة ، وترى أنه ما من سبب لأن نتأخر لأى وقت فى الوصول إليها ، وهى تتحرك بسرعة البرق ، وهذا أمر قد عرفته بعد أن سألتها عن الموعد الذى يمكننى فيه أن أصل من شيكاغو إلى أوكسفورد لرؤيتها ، فأجابت ، " حسن ، إن عطلة الأسبوع القادم مناسبة " .

وتقول لاو ، " إنها ما إن تتخذ قرارها حتى ترى أنه ليس من سبب لأى تأخير . ولن يمكنك أن تحاول العمل على إبطائها . وكلنا يعرف كيف نعانى أحيانا من إحباط بالغ للتغلب على الإجراءات الروتينية وعلى البيروقراطية . وقد يظن البعض أن سوزان لا تستطيع معالجة عدة مهام يكون عددها أكثر مما ينبغى . وأنا أجيب عليهم بأنهم هم الذين لا يستطيعون ذلك . أما هى فتستطيع " . وعلى الرغم من أنها قد تعلمت أن تركز فى أبحاثها ، فإن حياتها استمرت تتنامى بنفس " الاندفاع " الذى لاحظته ميلانبى منذ ثلاثة عقود خلت ، وتقول لاو ، " لن يكون من المفيد أن نخبرها بأنها لا تستطيع القيام بأحد الأعمال . وعليك مع سوزان أن تجد طريقة ما بحيث (يمكنها) أن تلائم بين أداء عشرين شأنًا فى ساعة واحدة " .

وقفت جرينفيلد خارج شقتها الجديدة فى لندن التى نالتها بحكم عملها كمديرة للمعهد الملكى ، وحدقت فى صف التاكسيات السوداء التى تترقب الوصول إلى بيكاديللى . وأخذت تخبر أتكنز بإحدى أفكارها . كانت ترغب فى أن تؤسس بارا ومطعما فى مبنى

المعهد الملكى ، فيكون هناك صالون علمى لأعضاء المعهد الملكى حيث يمكن لأى واحد أن يلتقى صدفة بآخر ممن يهتمون بالعلم . هناك بارات للألعاب الرياضية ، فلماذا لا يكون هناك بار للعلم ؟ وكما تقول فإن هذا يمكن أن يكون أمرا ناجحا .

أتكون القصة أن باحثة قد وقعت على شىء ما فى السنوات الباكرة من عشرينيات عمرها ، ثم يتحول هذا الشىء بحظ لا يصدق ، إلى أن يكون الحلقة المهمة المفقودة فى الأمراض التى يسعى البحث وراءها أشد السعى فى مجال هذه الباحثة ؟ أو أنها لها قدرة عارمة على التواصل بحيث جعلت المستثمرين يؤمنون بأنها قد عثرت على حلقة ربط مهمة يتجاهلها معظم الآخرين ؟ لعل الآمن أن نقول إن الأمر " فيه بعض شىء من هذا وذاك معا " ، ولكن سيكون فى ذلك تجنبا للإجابة عن السؤال . وعندما سُئلت جرينفيلد عما إذا كان المستثمرون معها سيستعيدون أموالهم ، أجابت ، " ربما .هذا هو كل ما يدور حوله رأس المال الاستثمارى " . ويطرح ما يتراكم وئيدا من براهين فى شركة سينابتيكا أن هناك على الأقل بعض شىء له أهميته بالنسبة لما يجرى مع استراز الأستيل كولين .

ومما يثير السخرية بالنسبة لمفكرة تنقلت كثيرا هكذا من مجال لآخر أن جرينفيلد التى كانت تصدم الكثيرين على أنها مشتتة بأكثر مما ينبغى ، كان أبطالها أفراد مثل ديل وفلورى اللذين استمرا فى بحث أحد المواضيع لسنوات وسنوات بعد أن لاقيا فى المعمل ما يبدو وكأنه هزائم ساحقة . داومت جرينفيلد باستمرار على دراسة أنزيمها ، ولكنها أضفت عليه حماس منهج العلوم البينية ومهارات القائمين بالاستثمار . وهكذا أخذت تتعلم خطوة فخطوة الفيزيولوجيا الكهربية ، ثم البيولوجيا الجزيئية ، وتشارك مع الخبراء فى الجينوميات وسلوك الحيوان ، وتضع الأنابيب فى أمخاخ الجرذان ثم تصب فيها استراز الكولين ، وترقب سلوكها وتدرس خلايا مخها بعد أن تقتلها ، وهكذا توغلت لأعمق فى الميكانيكا الأساسية للعقل . وقامت بهذا كله وهى ترتقى سلم الحياة الجماهيرية للعلم بنجاح فريد ، متفوقة على أولئك الذين سخروا منها فى سنواتها الأولى ، ولعل السبب فى أنها استطاعت أن تداوم التركيز على خيط أساسى واحد فى أبحاثها الخاصة ، هو ما كان لها من انتشار واسع فى ظهورها فى وسائل الإعلام – ومثل ذلك أنها سافرت عبر العالم كله من أجل سلسلة لهيئة الإذاعة البريطانية فى عام ٢٠٠٠ . وهكذا فإن جرينفيلد فعلت مثل ما فعله المقامر فى رواية دوستويفسكى ووضعت رهانها مبكرًا وظلت تتابعه دائمًا .

على نحو فيه مفارقة كان العلم الأكاديمي يعني بالنسبة لها أن تكون عملية أكثر من معظم الباحثين في الماضي . وكما يقول أتكنز ، " إنها ترى نتائج لأمور ربما كانت تعد في الأصل مجرد صلة ربط أكاديمية " / فهي تتناول الوعي ككل وكمنظومة معقدة ، "وهذا جزء من رؤيتها الشاملة ، وليس فحسب وسيلة لربط الناس معا ، وإنما هذا أيضا بفرض الوصول إلى نتائج عملية لأبحاثها " .

كان من المعتاد أن يكون المعنى النمطي للعطلة الأسبوعية في المنزل الريفي خارج أوكسفورد ، هو أنها وزوجها يغلق كل منهما الباب على نفسه في حجرة مكتبه لتأليف الكتب ، ولكن هذا كله قد تغير الآن بالنسبة لجرينفيلد . ويقول أتكنز ، " إنها حاليا في حالة مزاجية تدمر الأعصاب ، فهي تعمل في شئون إدارة المعهد الملكي وتعمل أيضا في سلسلة هيئة الإذاعة البريطانية التي وقعت عقدها ، وهناك كذلك مشروع مرتقب لدفع قوة العمل في سينابتيكا لعله يبدو الآن مروعا مثلما كانت تروعها محاضرات الكريسماس عندما تعمل فيها ، بل وما هو أكثر من ذلك " ، أن أكبر تحدّ واحد يواجهها هو ، أن تجد وقتا تمكث فيه بالمعمل . وبحلول نهاية السنة الدراسية في يونيو ١٩٩٩ ، قدمت استقالتها من المنصب الذي عينت فيه في لنكولن حتى تكرس كل وقتها للمعهد الملكي ولشركة سينابتيكا .

ولعل أبحاثها لم تكن مبرزة في أول الأمر ، ولكنها بالتأمل لاحقا تُظهر ما لها من صفة ضرورية وهي أنها كانت محتومة . لقد أدركت جرينفيلد وجود طريقة تناول تتمشى مع الحس المشترك ، ووصلت إلى فكرة جديدة لا تسمح لأي شيء بأن يبعدها عن متابعة هذه الطريقة للتناول ، وأن يكون ذلك في التو . رأت جرينفيلد من موقعها في هذه اللحظة من تاريخ العلم مجالا تقول عنه أنه " يحتاج أشد الحاجة إلى تحول في النموذج الأساسي . ومما يثير الأسى أن الناس الآن مشغولون بتفاصيل الأمور بينما تُترك المقدمات الأساسية كلها جامدة كالحجر ، كأن يقال مثلا ... منطقة المخ لها وظائف مخصصة جدًا . وهذا يدفعني إلى الجنون ، لأن المخ هو ... عضو جد ديناميكي ومتغير ، وإلا لكان لدى الواحد منا دائما ألوعي نفسه " .

وتقول ساندي لاو إن تحدي المنظومات المعقدة لعلم الأعصاب ، هو وتفجر الاهتمام الجماهيري بالموضوع جعلا جرينفيلد " ملائمة ملاءمة كاملة لهذه اللحظة

من التاريخ " ، ولما كانت جرينفيلد سريعة الحركة ، وعنيفة ، ومجنونة نوعا ، فإنها جلبت تناولا إنسانيا للذاتية إلى فرع علمي كان ينطوى على الاختزالية والتجريد ، ونظرت بعين الاعتبار إلى استخدام نجوميتها الإعلامية لتدفع التجارب التى تختبر بها نظرياتها . وعندما يأست من إيجاد الوقت اللازم لإجراء تجاربها ، خططت لاستخدام سلسلة أحاديثها على المخ فى هيئة الإذاعة البريطانية لإجراء تجارب تخيل على أفراد البشر لاختبار نظريتها عن الوعى . وتقول عن ذلك ، " يمكننى استخدام البرنامج لإقناع البعض بأن يسمحوا لى بإجراء تجارب بالكاميرا . ويمكن للمرء أن يعالج أمر مجموعات عصبونات مختلفة ليرى إن كان يمكنه التنبؤ بأن خلايا معينة ستصبح أكبر حجما " . وعندما راجعتها بهذا الشأن بعد مرور عام ، كانت قد وجدت شيئا أكثر أهمية تؤديه فى سلسلتها ، " إنه سلسلة محاضرات لإنعاش الذاكرة فى نواحى التقدم فى علم الأعصاب ، ذلك أننا سنذهب الآن داخل مناطق مثل البصر واللغة ، وهذه ليست فى مجالى بالمرة . ولكننى أعيد الآن زيارة ومقابلة كل العلماء المبرزين فى هذا المجال ، وهذه طريقة رائعة لرؤية الغابة ككل وليس كأشجار فُرادى " .

عندما فكرت جرينفيلد فيما يكون أساسا أمرًا جديدًا فى العلم جديرًا بأن يعرف ، ذكرت كتابا أثيرًا لديها ، وهو " الساحر " تأليف جون فاولز . وهى قصة عن محتال ثرى غامض يورط شابا إنجليزيا فى مباراة مهلكة لاكتشاف الذات فوق جزيرة يونانية ، وتتلاعب الرواية بقضايا الحقيقة والخيال . يستيقظ الراوى فى أول الرواية من قيلولة على الشاطئ ليجد أن أحدهم قد ترك بجوار منشفته نسخة لقصيدة ألفها ت. س. إيليوت عنوانها 'دوار بسيط' . وهناك علامة على إحدى الفقرات :

لن نكف عن الاستكشاف

وآخر كل استكشافنا

سيكون وصولنا إلى حيث بدأنا

لنعرف المكان لأول مرة .

وسرعان ما يتعلم الشاب أنه حيثما يكون ما هو عادى ، ما هو مبهم ، ما يبدو معروفا ، أى الذات – ها هنا يقبع أكثر الأسرار أهمية وإرعابا .

عوالم غزيرة

جيفري مارسي
وعلم فلك الكواكب

- ١ -

في ١٩٠٤ أسس السيد الموقر جورج إيليرى هيل مرصدا فوق جبل مونت ويلسون قرب باسادينا ، وهو مرصد تجرى فيه أبحاث تتحدى معتقدات علم الفلك وممارساته . كان لهذا المرصد عند بداية القرن العشرين تليسكوب من ستين بوصة (*) ، وتلى ذلك كحصاد لخمسينيات القرن تليسكوب من مائة بوصة ، وبهذا فإن ذلك التليسكوب العجيب فوق قمة الجبل كان يمثل غزو القرن العشرين للكون . استخدم إدوين هابل تليسكوب المرصد المجهز بتروس حركة ربما لها القدرة على أن تدفع حركة السفينة "تيتانيك" . ليكتشف به من فوق جبل مونت ويلسون في ١٩٢٩ أن الكون يتمدد . أما تلميذه آلان سانديج الذي يهوى ارتداء سترة الطيارين ، فقد أخذ يصدر بيانات خطيرة مع كل مجموعة من المجرات يتم له تصويرها في ذلك المرصد . ولم يكن يُسمح بدخول أي امرأة هناك ؛ وأُطلق على عنبر النوم فيه لقب "الدير" ، وكان الباحثون يرتدون عند العشاء أربطة العنق (كان هابل يرتدى ربطة عنق حتى وهو مستيقظ طول الليل في قفص المشاهدة الضيق المعدني المعلق على ارتفاع طابقين من الأرض) ، وكانوا يلتزمون في ترتيب جلوسهم بدرجة تراتبهم . وكان أحد طقوس الترقي أن ينتقل الواحد منهم من استخدام فوطة عشاء محاطة بمشبك إلى استخدام فوطة ملفوفة بحلقة خشبية ، وستبدو هذه القواعد مضحكة لو أنها لم تؤخذ مأخذا بالغ الجدية . كان مونت ويلسون الصنوبري يمثل كظاهرة للنجاح

(*) بمعنى أن مرآة التليسكوب قطرها ستين بوصة ، والمرآة هي القلب في التليسكوب (المترجم) .

أفضل ما وُجد فى علم الفلك القديم ، وبحلول الثمانينيات أصبح يمثل أيضا أكثر ما هو متحجر فى هذا العلم .

فى ١٩٨٢ وقف فى مقصورة الدش بالدير رجل أميل للضآلة ، أسمر البشرة وحلو المعشر ومرشح لإجراء أبحاث ما بعد الدكتوراه ، اسمه جيفرى مارسى . كان يحس باليأس . فقد فاز بمنحة من منحتى كارنيجى المتميزتين لزمالة ما بعد الدكتوراه وكانتا تمنحان سنويًا فى مونت ويلسون – وقد فاز هو بمنحة لتنفيذ مشروع بحث على المجالات المغناطيسية فى أجواء النجوم ، وهذه تجربة بالغة الصعوبة والتعقد تكاد تكون مستحيلة ، ويجرى تنفيذها على نحو تعس . اقتنع مارسى بأن الخطأ يكمن فيه . فهو تنقصه المعرفة الكافية للدخول فى علم الفلك . وربما كان كل الآخرين يعرفون ذلك . وأخذ يذرع أفنية معهد كارينجى فى شارع سانتا باربارا فى باسادينا ، بادئا من صندوق بريده حتى مكتبه ثم إلى ماكينة القهوة ، وهو يرمق المكاتب المفتوحة لمشاهير علماء الفلك . وفكر فى أنهم لا بد قد أدركوا مدى عدم صلاحيته . كان يستيقظ كل صباح وهو يعانى . وبلغ من سوء حاله أنه حينما عرف بعد مرور عام من زمالته التى تبلغ مدتها عامين . أن التأمين الطبى يمكن أن يغطى علاجه نفسيا ، أخذ فى التردد على معالج نفسى ، وردد مفكرا أنه لا يمكن أن تكون هذه هى الطريقة التى يعيش بها واحد من البشر . كان ودودا ، ورياضيا ، وحاذقا ، وناجحا عندما يحاول إرضاء الآخرين . ولكنه كان فى طريقه لأن يصيبه الجنون .

لا شك أن جزءا من المشكلة هو صعوبة مشروع بحثه صعوبة لا تصدق . فحتى النجوم الروتينية كان يصدر عنها مجالات مغناطيسية تكاد تكون مشوشة بالكامل . وقد عانى وهو يتعذب لينجز تقدمًا بسيطًا فى فهم الاضطراب الهائل المعقد فى أجواء النجوم . وأخذ يفكر تحت الدش فى أن هذا ربما يكون سبب اختياره لهذا المشروع ، لأنه بالغ الصعوبة حتى إن أحدا لن يتمكن من أن يتحداه فيه ، وأسوأ ما فى الأمر ، أنه حتى لو نجح فيه ، فلا هو ولا أحد فى العالم سيهتم بذلك اهتمامًا كبيرًا . فالنجوم المغناطيسية موضوع فرعى ملغز حتى إن خبراءه القليلين كان لديهم جميعا نزعة لشىء من جنون العظمة .

وبينما كان يغمر جسده بالصابون فى المقصورة ضئيلة الحجم ، أخذ يتنبأ لنفسه بحياة يرقى درجاتها وئيدا ، وهو يتردد على المؤتمرات نفسها ، ويرى الوجوه نفسها ، ويجادل حول نفس الفقرات من الرطانة العلمية ، ويتخصص فى متابعة موضوعات تتزايد إلغازا . وجعلته هذه الفكرة يحس بالقرف .

وأدرك فى فترة ما من جلسات علاجه أنه دائما يحاول أشد المحاولة إرضاء الآخرين . وأدى هذا إلى إفساد علاقته ببعض النساء . وأدرك أنه لا يوجد فى كارنيجى من يهتمون به بأى قدر من الاهتمام يكفى لأن يدفعه إلى إرضائهم . وما كانوا ليستطيعوا الاهتمام بما يفعله وقد سحقهم عبء الأبحاث، والمظاهر ، وأطروحات المؤتمرات . أصابته رعدة فى المقصورة ذات اللون ما بين الأصفر والأخضر ، وهو ينظر لأسفل إلى الجرافيت المحفور فى طبق الصابون . ها هو يبيع نفسه بثمن بخس وهو يدرس موضوعا غامضا ليرضى أناسا لا يلحظونه . وأدرك أن هذا خطأ ، وأحس بذلك عميقًا .

أدرك ان أمله الوحيد هو أن يجد مشروعا يفتتن به . وربما يلتمس الباحثون الآخرون متابعة أبحاث لمجرد ما لها من قيمة فى مستقبلهم المهنى ، ولكنه لن يفعل ذلك ، وإذا كان المشروع لا يحركه فهو ليس مشروعه . وإجراءات الحصول على درجة دكتوراه الفلسفة تضرب عادة بقوة على هذا النوع من التفانى العلمى لتحوله إلى أسئلة شبه طفولية ؛ حتى ليُعد هذا من الأخطاء الخطيرة . ولكن مارسى أدرك أنه إذا كان " له " قط أن ينجز بعض إسهام فى مسيرة التقدم الكبرى ، فإن عليه أن يستحضر لذهنه مشروعا يحبه حقا ، سواء نجح بعدها أو لم ينجح .

إنها الكواكب ، فهى ما يحبه حقا ، وهى التى صعدت به وهو طفل فوق قمة سقف بيت والديه ليحملق فى السماء ، وهى التى ذهبت به من هناك حتى حصوله على أعلى الدرجات بمراتب الشرف فى علم الفلك وهو فى جامعة كاليفورنيا بلوس أنجلوس فى ١٩٧٦ وكذلك فى كلية تخرجه . وهذه الكواكب ليست كواكبنا المألوفة فى منظومتنا الشمسية والتى تدور حول الشمس ، لا ، وإنما ما يريده حقا هو ذلك المطلب الرومانسى المغامر الكيشوتى الذى يلتمس تريليونات الكواكب التى لابد أنها تدور حول شموس

" أخرى " . تلك العوالم المناظرة لنا المحملة بإمكانات الحياة والذكاء ، ذلك الحلم الذى يشد إليه أى فرد ممن حملقوا قط فى السماء . إن ما يشغل روحه هو تلك الكواكب المجهولة البعيدة التى يمكن تخيلها وإن كانت لم تُرَ قط . لم تكن الكواكب نفسها هى ما يطلبه ، وإنما فكرة أنه يقبع هناك بعيدا قدر من المعرفة ، وقدر من العوالم ، وقدر من ثروة علمية كلها كثيرة كل الكثرة حتى إن أحدا لم يكن حتى ينظر إليها . وشعر وهو تحت رذاذ ماء الدش الساخن بومضة هزته خوفا ، فإذا كان هذا هو الحال فإنه ينبغى أن يلاحق هذه الكواكب . وما فائدة كل ما تعلمه إن كان لا يستطيع أن يتابع أبسط وأعظم الأحلام كلها ؟

كانت العقبة الأساسية هى أن الأبحاث عن الكواكب خارج المنظومة الشمسية تعد علميا " ماسخة الطعم " – فالأمر كله فيه نكهة من روايات الخيال العلمى ، وكأنها بحث عن الأقزام الخضر (*) ، ومجسات الفضاء التى أرسلت داخل المنظومة الشمسية فى سبعينيات القرن العشرين قد أعادت لنا إرسال صور عقيمة مخيبة للآمال عن المريخ والزهرة . و إذا كان أحسن مرشحيْن فى منظوماتنا الشمسية يبدوان ميتين، فإن فرص العثور على منظومات شمسية أخرى قد بدت حتى أكثر مواتا . وهى مما لا يكاد يرد له ذكر فى المراجع .

كان هذا التحدى فى جزء منه تكنيكيًا . فالكواكب البعيدة خارج المنظومة الشمسية لا تبث ضوءا ولا يمكن رؤيتها إلا بأن تعكس ضوء أحد النجوم ، إلا أنها تدور حول شموس لامعة تحجب دائما رؤيتها . ويبدا أن التكنولوجيا لن تخترق قط هذه العقبة الهائلة . وما من أحد لديه أى مفتاح يفتح مغاليق هذا اللغز ، وانتشرت فى الأبحاث التى تدور حول ذلك مزاعم زائفة .

على أن جيف مارسى كان يتسم بخاصية تنقص غيره من باحثى ما بعد الدكتوراه من المنسّبين المبهرجين : فهو إذا آمن بما يبحثه لا يصرف ذهنه عنه أبدا . وإذا كان قد ارتضى لنفسه فى مونت ويلسون بأنه " لا يجرى فى خانة السباق السريعة ، ولن يصل

(*) الأقزام الخضر نوع خرافى من الأقزام فى الحكايات الشعبية الإنجليزية يأتون من مكان غير الأرض (المترجم) .

إلى اختراع بعض معادلة جديدة مذهلة تبهر العالم " فربما يكون له أيضًا أن يغامر بكل ما له من جهد حتى ينجح . كان يعتبر بالفعل أنه هو نفسه أصبح يمثل ' فشلا مكتملا تمامًا ' .

ولمَ لا أفعل ذلك ؟ وأغلق صنبور المياه وقد اتخذ قراره ، سوف يسعى فى أبحاثه وراء الكواكب التى تدور حول الشموس الأخرى . وسوف يقدم نفسه كما هو فى الحقيقة . وإذا كان سيُنظر فى أمره ويرفض ، فإن هذا سيكون على الأقل بسبب شىء يفتنه هو شخصيا ويستثير مشاعره لأقصى حد بحيث يستحق أن يراهن عليه بمستقبله المهنى المبتسر ، ويقول ستيف فوجت ، المشرف على بحث مارسى ، مُعَلِّقًا ، " وصل الأمر إلى أن يصبح عند جيف شىء يخرج من أعماقه . فهو بالنسبة له شكل من التعبير الفنى . فالعلم تعبير عميق عن روحه مثل تمثال أو لوحة رسم " . وهذا نوع من التناول يجب أن يكون اكتشاف الذات فيه سابقا للاكتشاف العلمى .

- ٢ -

صقل جاليليو عدساته ووجه تليسكوباته المصنوعة يدويا إلى القمر ، ومنذ ذلك الوقت أصبح أعظم جهود علم الفلك إبداعا ومغامرة هو البحث عن العوالم الأخرى . والكواكب فى هذا الكون الخاوى الرهيب هى الملاذ المقدس ، وكان جيوردانو برونو فيلسوف عصر النهضة واحدًا من أول من خمنوا علانية أن الكون قد يكون فيه عدد لا نهائى من الكواكب ؛ وكان أن أُحرق فى ١٦٠٠ مشدودا إلى عمود المحرقة بسبب أفكاره هذه ، بل إن الكواكب أدت حتى بمفكرين سبّاقين مثل جوهانز كبلر ، الرجل الذى ثوّر فهمنا لمنظومتنا الشمسية ، إلى التخبط فى تخمينات جامحة . وعندما كتب له جاليليو الأصغر سنا أن هناك أربعة أقمار تدور حول المشترى ، رد عليه كبلر وقد غمرته النشوة بأن هذه الأقمار لابد أن الرب قد وضعها هناك حتى يستمتع بها سكان المشترى .

شب مارسى أثناء ستينيات وسبعينيات القرن العشرين فى تلال جرانادا خارج لوس أنجلوس ، وكان يعلق ملصقا على سقف حجرة نومه يصور المنظومة الشمسية .

وكان يقضى كل يوم فى الحديقه العامة ، وهو يلعب كرة البيس بول وكرة القدم وكرة السلة ، أما فى المساء وهو فى الحادية عشرة من عمره ، فكان يرقد فى سريره وهو يحملق فى الملصق ، ليحفظ أسماء الأقمار التى تدور حول الكواكب . هاك فوبوس وديموس ، أو الخوف والشر ، يدوران حول المريخ وكأنهما كرات ثلج ماردة نتجت عن حادث من حظ عاثر ، أما جانيميد وكالليستو ، وأبو ويوروبا أقمار المشترى ففيها بعض وعد هين بالحياة ، ولدى يورانوس قمره ميراندا ، ولدى زحل تيتان – ويظل يحملق فيها حتى تغمض عيناه .

وفيما عدا ذلك كانت طفولته عادية إلى حد كبير . فكان يعزف التشيلو ويلعب كرة القدم ويحب الوثب ليقطع تمريرة طويلة ، درست أمه الأنثربولوجيا كعلم أساسى ونالت فيها شهادة بكالوريوس العلوم ، ولكنها مكثت معه فى البيت . أما أبوه فكان مهندسا ميكانيكيا يعمل فى تصميم الطائرات النفاثة ، وكان لوالديه معا نوع من نزعة علمية ولكنهما لم يكونا " ممن تسميهم بالذات بأنهم مثقفون أكاديميون " . وكانا يؤكدان على أهمية الأداء المدرسى ، وإن أكدا بأكثر على الفضول الحقيقى .

عندما بلغ الثالثة عشرة ، لاحظ والداه اهتمامه بعلم الفلك ، فابتاعا له تليسكوبا مستعملا قطره أربع بوصات ، أقامه فوق السقف المسطح لمنزل أسرته . وكان مارسى يقف وسط غابة من هوائيات التليفزيون المنتصبة فوق الأسقف المجاورة لتلتقط مسلسل " تائه فى الفضاء " أو " منطقة الشفق " ، بينما هو يحملق ويحملق فى الكواكب ، مراقبا حركاتها وهو مفعم بالخيال ، كان هذا أكثر ما يثير انبهاره . ها هو كوكب الزهرة يتوهج بتلونه القزحى المنعش فى الصباح البارد ، وها هو يتزايد ويتناقص متغيرا مثلما يفعل القمر ؛ أما المريخ فيشع بلون برتقالى فى غضب محتدم ؛ ويتأرجح المشترى عبر مساره حول الشمس وكأنه أحد الملوك ، ويحتاج لاثنتى عشرة سنة ليكمل دورة واحدة . وكان هذا أقرب ما وصل إليه مارسى من قدس الأقداس .

كان أكثر كوكب يحب التطلع إليه هو زحل حيث يستطيع أن يرى حلقاته وهى تنقض من الطبق المسطح المصفر ، بل ويستطيع أيضا أن يرقب تيتان قمره العملاق . وتيتان له جو غنى بالنيتروجين مثل جو الأرض البدائية . وهناك المواد الهيدروكربونية البنية المحمرة ، لبنات بناء الحياة ، التى تغطى سطحه المتجمد ، بل وربما تتساقط

كالثلج . وظل يرقب ليلة بعد الأخرى تيتان وهو يدور حول زحل ، ليكمل مداره فى ستة عشر يوما لا غير، ويقول مارسى ، " كان مما يبهرنى أنى أستطيع أن أعود الليلة التالية والليلة التى بعدها لأرى هذا القمر وهو يتحرك فى دورته . كان فى هذا ما يعصف بالعقل . واحتفظت بدفتر لتدوين الملاحظات رسمت فيه تخطيطات لأوضاع تيتان بالنسبة لزحل ، والواقع أنى استنتجت زمن مداره وقارنته بما وصل له الخبراء . كنت فى الطريق الصحيح " .

درس مارسى علم الفلك كمادة رئيسية فى جامعة كاليفورنيا بلوس أنجلوس ، ونجح فى أن يواصل هذا الإحساس بالروعة حتى إنه عندما أخذ هو نفسه فى تدريس علم الفلك كان إحساسه بالروعة بدرجة كافية لأن تجعل طلبته يضفون عليه أعلى تقدير . وحصل بعدها على الدكتوراه من جامعة كاليفورنيا فى سانتاكروز حيث عمل مع ستيف فوجت المولع بتصنيع الأجهزة ، وبحث معه تصميم أجهزة لدراساته على مغناطيسية النجوم ، ويقول فوجت متذكرا ، " كنت فى أول سنة لى كأستاذ مساعد ، وكان جيف طالب بحث حاذقًا جدا ، فكانت علاقتنا علاقة تشارك أكثر منها علاقة مدرس بطالب . وكنت أتعلم منه بقدر ما كان يتعلم منى " . كانت هذه الصراحة بين المدرس والطالب ، وتلك العلاقات التى تماثل علاقته بفوجت علامة مميزة فى كل حياة مارسى المهنية ، بما وضعه فى الطريق المناسب ليقود علم الفلك الجديد بما فيه من منهج بينى للعلوم سوف يؤدى فى النهاية إلى تحدى ما يسود مونت ويلسون من منهج محافظ .

كما أدى إلى ذلك أيضًا ما له من ولع شديد بالأسئلة التى تشبه أسئلة الأطفال . كانت الجامعة تدير مرصدا قوطيا إلى حد ما قد بنى فوق جبال ديابلو قرب ساحل كاليفورنيا الشمالى ، وهو مرصد ليك . وقد سمى على اسم ثرى غريب الأطوار من القرن التاسع عشر هو جيمس ليك ، كان أصلا يريد أن يبنى لنفسه هرما وسط سان فرنسيسكو . وكان مرصد ليك ينتصب على قمة الجبل البعيد مونت هاملتون وقد ألحق به قاعة طعام فى كوخ من صفيح معرج يأكل فيها الفلكيون . وقد رصدت هناك أقصى الرياح عنفًا فى العالم حسب لوحة فى غرفة التحكم الضيقة ، وهى غرفة فيها من تكنولوجيا خمسينيات القرن العشرين ما يجعلها تشبه محطة راديو فى كلية أكثر مما تشبه مرصدا للمحترفين .

كانت حيوانات الوشق (*) والأسود الجبلية تجوب الجروف المحيطه بالمرصد . وذات ليلة والمطر يتدفق ، بقى مارسى وهو يتحدث ويتحدث مع طالب اسمه تود لاور . كانا ينتظران أن يصفو الجو حتى يتمكنا من الرصد . وحوالى الثالثة صباحا فتحا علبتى وجبة منتصف الليل الصغيرة التى زودهما بها المطعم - شطائر ، ورقائق بطاطس ، وفطائر وتفاحة . وأخذ مارسى يتفكر فى أمر الكواكب خارج المجموعة الشمسية وقال إنه لابد من وجود طريقة للكشف عنها . كيف يمكن أن يكون حول النجوم كواكب ولا توجد طريقة للكشف عنها ؟ إن الكواكب لها تأثير جذبوى على ما تدور حوله من شموس ، فتحدث ذبذبة فى النجوم . أضاف مارسى أننا نستطيع أن نقيس ذبذبة النجوم . واصل لاور الطريق حتى أصبح مديرا لمعهده . ونسى مارسى هذا الحوار ، الذى كان قد طلع كالحلم من لاوعيه ، حتى ذكّره به لاور بعد ذلك بسنوات .

كانت المنافسة والتراتب الهرمى فى مونت ويلسون يخنقان أنفاسه ، وظل يتذكر ذلك لسنوات لحقت : " اعتقدت أنى ليس لدى أى مما يتطلبه النجاح . وفكرت بالتالى أن حسنا ، ربما ينبغى ألا أضغط على نفسى لأكون بالخانة السريعة فى السباق " . كان ذلك فى ثمانينيات القرن العشرين وقد ساد بين أصدقائه القدامى فى المدرسة الثانوية شعار " الانتقال للعلا " . وقال مارسى لنفسه أن شعاره هو " الانتقال لأسفل " . ومع ما اتسم به من رقة طبع تجعله على استعداد تلقائى لأن يصيبه الروع ، ومع حماسه المطلق لأهون تفصيل فى التجربة ، فإنه كان النقيض للباحث خريج المدارس المبهرجة الذى يعرف كل شيء . كان ما زال يعزف التشيلو بحماس شديد ، وكان يحس بالروع من أن يعلن للملأ أنه يعمل فى خضم " جنون الفيزياء الفلكية " .

زادت به المشاكل عندما حدث فى ثمانينيات القرن العشرين انخفاض شديد فى تمويلات الحكومة والجامعة ، وقدم طلبات لوظائف للتدريس بعد عمله فى كارنيجى ، فلم يتلق إلا عرضا واحدا من جامعة ولاية سان فرنسيسكو . كانت هذه مؤسسة هائلة للمدينة تتبع سياسة مفتوحة لقبول الطلبة، وبالتالى فقد طُلب منه أن يدرّس ثلاثة مقررات فى كل نصف عام دراسى ، وليدرّس محاضرتين كُبرَتَين ومقرراً معمليًا ، وهكذا

(*) الوشق قطة مفترسة بين النمر والقط (المترجم) .

كان بحلول وقت العشاء يحس بأنه منهك . ومع ما عليه من واجبات أخرى فإنه كان يعمل لأربعين ساعة فى الأسبوع . ولو كان فى معهد بحث لربما تطلب الأمر منه مقررا دراسيا واحدا أو اثنين فى كل فصل دراسى . ويدا أن هذه الوظيفة تعوقه عن متابعة أحدث ما فى الأبحاث . ويقول : " كان لهذا تأثير درامى " . فهو لا يستطيع أن ينشر إلا ربما ورقة بحث واحدة كل ثلاث سنوات أو ما يقرب ، بدلا من أوراق البحث الثلاث التى ينبغى أن ينشرها طالب البحث المتفرغ فى كل سنة .

ظل يكافح هكذا لسبع سنوات وهو فى مقصورة مكتبه الضئيلة فى الدور العاشر من مبنى قاعة ثورنتون الأنيق المصنوع من القرميد الرمادى . لم يكن لديه سكرتيرة وكانت آلة تصوير النسخ عادة معطلة ، وكان عليه أن يصلح كشافات الذبذبات قبل الدرس المعملى . ووقع فى يده جهاز (فاكس) قديم بكمبيوتر صغير وكان عليه عموما أن يصلح من هذا الجهاز أيضًا . لم يكن أمامه خيار . فكان عليه أن يخرج مفكا، وأن ينتزع اللوح الخلفى ، وينتزع ألواح الجوانب . كم كان مضحكا أن يقضى الساعات المعدودة الخالية لديه فى إصلاح كمبيوتر .

وظل لسبع سنوات لا يستطيع حضور المؤتمرات المعتادة . وسرت أبحاثه فى اتجاه مخالف للنزعات السائدة ، ولكنها أيضًا لم تكن مما يمكن الإقلال من شأنها، حيث إنه كان لا ينجز إلا أطروحات معدودة جدًا . كانت تقديرات طلبته له تصل بين أعلى التقديرات فى الكلية . والعلم لديه شكل من التدريس ؛ فهو مثل الفن يُقصد به " التواصل " ، كما قال ذات مرة الفيزيائى العظيم روبرت ويلسون ، ويقصد به " الربط " كما كتب الروائى إ . م . فورستر . ومع ظهور أداء علم الفلك بالكمبيوتر أمكن لمارسى أن ينجز ما كان يتصوره من العلم الحدسى الجديد بتكلفة رخيصة . وهكذا فقد حول ما كان عقبة إلى ميزة ، ولكن لم يكن هناك أحد ، لا أحد مطلقا من زملائه فيما بعد فى هارفارد وبيركلى ، يمكنه قط أن يعرف كم كان الأمر شاقا عليه .

- ٣ -

منذ بداية بحثه على الكواكب فى كارنيجى تناول مارسى مشكلة البحث عن الكواكب البعيدة باستخدام معرفته بالمنظومات المعقدة لقياس النجوم . ولما كان

الكوكب الكبير يمارس شدًا جذبويًا قويًا على النجم الذى يدور هذا الكوكب من حوله ، فإننا عندما نأخذ قياسات دقيقة كافية لحركة أحد النجوم عبر أسابيع عديدة ، وإذا كان لدى هذا النجم كوكب فى حجم المشترى أو أكبر ، فإن النجم ينبغى أن يتذبذب قليلا . ولن نستطيع رؤية الكوكب رؤية مباشرة بسبب ضوء النجم الذى يطغى عليه ، ولكننا نستطيع أن نرى النجم رؤية غير مباشرة بأن نبحث عن تباينات دقيقة فى معدل السرعة القطرية للنجم – أى السرعة التى يرتد بها أو يقترب بها من الأرض ، واستخدم مارسى سبكترومتر (مقياس للطيف) لقياس التغيرات الرهيفة فى طول موجات الضوء الآتية من النجوم المشابهة للشمس ، وخطط مارسى لأن يستخدم ظاهرة دوبلر ، التى يحدث فيها أن يزداد طول الموجات الصادرة عن جرم مرتد ، بما يزيحها إلى الطرف الأحمر من الطيف ، ويستخدمها مارسى هكذا للعثور على ذبذبات للنجم ، وبالتالى فإنه يأمل بهذه الطريقة أن يعثر على الكواكب خارج المنظومة الشمسية . وإذا حدث لنجم أن تأرجح جيئة وذهابًا بسبب جاذبية كوكب ، فإن طول موجات ضوئه ينبغى أن يزداد ثم ينضغط فى دورات ، حتى ولو كان ذلك بمقادير صغيرة جدا – تكون مثلا بجزء من عشرة ملايين جزء بالنسبة لكوكب فى حجم المشترى .

وهب مارسى للبحث جزءا له قدره من حياته . وكان بعد أن يلقى دروسه طول النهار يتجه لبيته فى بيركلى فى السادسة مساءً ، ويأكل عشاءً سريعا ، ثم يعمل حتى منتصف الليل . وينهض فى الصباح التالى عند السابعة ليكرر نفس جدول العمل ثانية . ويقول جيبور باسرى الباحث فى بيركلى : " كان عند جيف الدافع والمقدرة أكثر مما عند أى واحد آخر . وكان يبهرنى بذلك " . ويمارس مارسى العزف على التشيلو متأخرا فى الليل وهو يلعب الموسيقى الكلاسيكية وموسيقى الجاز ، مدفوعا بالدافع نفسه الذى جعله يواصل العمل فى تلك السنين الطاحنة ، وهو يتذكر تلك الأوقات فيقول ، " ضحيت وقتها بأشياء مهمة . لم أتزوج . وكان هناك بعض رفيقات يأتين ويذهبن ، ولكنى كنت أعيش بالضبط نوع الحياة التى أردت أن أعيشها " .

كانت محاولاته الأولى فجة . وفى أول الأمر كان كل ما يأمله فى أحسن الأحوال أن يكتشف كواكب تكون كتلتها " على الأقل " خمسة أمثال كتلة المشترى . والواقع أنه لم تكن هناك أى نظرية تسمح بوجود كواكب كبيرة هكذا . ويقول عن ذلك ، " كان الأمر بعيد

الاحتمال . ولكننى فكرت أنه ما من سبب يمنع إمكان وجود كواكب كبيرة هكذا . ولماذا ينبغى ألا تكون كبيرة ؟ " كان عليه بعدها أن يدبر وقتا فى ليك ، لأن وقت المرصد يُحتفظ به للباحثين من جامعة كاليفورنيا ، وليس باحثى الكلية التعليمية لولاية سان فرنسيسكو . ويقول مارسى ، " كان على أن أتحدث مرة بعد الأخرى مع المدير ، وحتى بعدها لم أكن أنال إلا الفتات ، حيث لم يكن لدى المدخل الرسمى لاستعمال المرصد . وكنت أنال حق استخدام التليسكوب عندما تكون السماء بيضاء بالبدر الكامل . وكان هذا بمعدل ليلتين كل ستة شهور " . ومما يثير السخرية ، أنه بينما كان كل الأفراد الآخرين يذهبون فى أبحاثهم وراء المجرات البعيدة التى تتطلب شروط رؤية نقية ، فإن مارسى كان يستطيع أداء بحثه على نجوم قريبة حتى ولو فى ضباب كثيف نوعًا . كان يؤدى علم فلك قذر ، وكان يحس بذلك ، وكانوا يجلسون للعشاء فى ذلك الكوخ الصغير من الحديد المعرج ، الذى أقيم عاليًا فوق الجبل الثلجى ، والريح تعوى فى الخارج ، مجموعة من الفلكيين تحتشد معا فى مقصورة تبعث على رهاب الأماكن الضيقة ، حيث يتحدثون معا عن أبحاثهم ، وعندما يقول لهم مارسى إنه يبحث عن الكواكب . كان الآخرون ينظرون أحدهم للآخر وكأنه يمزح .

بدت فكرة وجود نجوم عملاقة هكذا وكأنها هرطقة ، كما بدت طريقة تناول مارسى لها أمرا معقدا إلى حد الاستحالة . كان مارسى يحتاج إلى من يعاونه ولكن بحثه كان جدَ مراوغ ومنعزل بحيث لم يستطع أن يلتمس زميلا لمساعدته . بل إنه حتى لم يستطع أن يصرح بأنه يبحث عن كواكب خارج المنظومة الشمسية فى اقتراحاته بشأن منحته . وكتب بدلا من ذلك أنه يبحث عن الأقزام البنية ، نجوم ليست كبيرة بما يكفى لأن تكون نجومًا مكتملة النمو، ولكنها أكبر جدا من أن تكون كواكب ، ولجأ لأحد طلبة التخرج لمساعدته ، وهو طالب وجد أن الفكرة فيها جموح وغرابة بالغان حتى إنه يمكنه أن يكرس نفسه لها " قلبا وروحا " .

كان بول بتلر طالبا طويلا غليظ البنية وله لحية ويتسم بالصراحة ، وهو كما يقول مارسى الطالب الوحيد الذى يدرس " كمادة رئيسية منهجا بينيا للكيمياء والفيزياء ، الأمر الذى لم أسمع به قط من قبل" . وبتلر مثله مثل مارسى ، قد نشأ فى ضاحية بلوس أنجلوس ، وبنى تلسكوبه العاكس الخاص به وهو فى سن الخامسة عشرة . وكان بتلر

يبدو مشعثا وهو يرتدى قميص عمله المعتاد أزرق اللون ، وبنطلونه الأبيض وحذاءه المطاطى الأبيض ، ويبدا هكذا أشبه بالمثقفين من مارسى ، وكان يقرأ بشراهة روايات الخيال العلمى التى يؤلفها روبرت هاينلاين ، كما التهم فى سن صغيرة كبلر وجاليليو وجيوردانو برونو . ويقول بتلر " يشبه برونو أن يكون ساحر زمانه " . وعلى نقيض ذلك كان مارسى بطيئا بطئا مزعجا فى قراءته ويحب أن يتريث مع كلمات المؤلف متشربا أسلوبه . عندما وصل بتلر إلى السابعة عشرة أخذ يدرس الفيزياء والكيمياء فى الكلية ، وانتهى الأمر بأنه درس الكيمياء بتوسع بالغ حتى إنه ببساطة درس المادتين معا كمقرر رئيسى . التقى بتلر ومارسى فى خريف ١٩٨٥ ، وبحلول الصيف كلفه مارسى بالبحث معه .

كانا يحلمان بالكشف عن حركة صغيرة فى نجم عملاق على بعد مائة سنة ضوئية (*) ، بما يقارب نسبيا سرعة السير بدراجة عبر المدينة، وهذا حلم يتطلب وجود بعض أداة قياس من نوع لا يصدق . ولم يكن هناك أحد لديه التكنولوجيا لأداء ذلك عندما بدآ البحث ، إلا أن مارسى قرأ فى ١٩٨٥ ورقة بحث عنوانها " معدل السرعة القطرية للنجوم " فى وقائع أحد المؤتمرات ، وسارعت هذه الورقة من نبضاته . كان هناك أداة قياس عند بروس كامبل وجوردون ووكر فى جامعة كولومبيا البريطانية : إنها فلوريد الهيدروجين ، وهذا غاز مميت بلا لون ولا رائحة . ويمتص فلوريد الهيدروجين أطوال موجات معينة مميزة ، تاركا شبكة واشية من خطوط سوداء فوق طيف النجم، وعندما وضعا الغاز فى قنينة فوق كشافهما ، استطاع كامبل ووكر مقارنة الشبكة مع كثير من الأطياف المرصودة بحثا عن الإزاحة التى تكشف عن وجود ذبذبة فى النجم . وقد ظلا يبحثان ذلك لما يقرب من عشر سنوات فى ثمانينيات القرن العشرين ، ويتأمل الأمر لاحقا نجد أنهما لو كانا فحسب قد وسعا من بحثهما ، لربما كانا أول من سيعثر على كوكب قصى . ويقول مارسى ، " لقد أنجزا أفضل مما أنجزته ، وفكرت أن حسنا ، إما أن من الأفضل لى أن أتوقف ، أو أن من الأفضل أن أتخذ بعضا مما فى طريقة تناولهما " .

(*) السنة الضوئية تقرب من ٩.٥ × ١٠^١٢ كيلو متر أو ٩.٥ مليون مليون كيلو متر (المترجم) .

لم يكن فى نية مارسى وبتلر أن يخوضا مأزق استخدام مادة كيماوية شديدة الانفجار ، فلدى بتلر خلفية كيميائية أصبح لها الدور الحاسم وهما يبحثان عن البديل . وأمضيا سنة كاملة وهما يتنقلان بين المكتبات ويتصلان بمشاهير الكيميائيين العالميين ، ويناقشان شتى الاتجاهات . ذهب مارسى فى إجازة إلى الكاميرون فى إفريقيا مع رفيقة له ، وركبا تاكسى للغابة ، وهو يفكر طول الوقت فى ذلك الغاز ، وما لبث بتلر أن هاتفه . وسمعه مارسى عبر خط هاتف يزخر بالقرقعة المشوشة وهو يقول : " اليود " .

لليود نمط ثابت معقد لامتصاص الطيف . وهما يبحثان عن ذبذبات هينة إلى حد لا يصدق ، فهى تساوى جزءًا من الألف من البكسل (*) الواحد فى كشاف من ألفى بيكسل ، إلا أن شبكة خطوط طيف اليود تبلغ من الدقة القدر الكافى " لأن تعطيهما طيف زيوس نفسه " كما يقول فوجت . وأخذا يعملان على شفرة كمبيوترهما، وصمماها بحيث تتخلص من متغيرات مثل وميض النجم ، ودوران الأرض ، ولف الشمس خارجا إلى طرف درب التبانة ، كانت الشفرة تشبه نوعا برامج المبدال التى استخدمها فنتر فى تتابعات الجينات ، أو بدقة أكثر، فهى تشبه الشفرات التى استخدمها فيزيائيو الطاقة العالية لتحليل بلايين الاصطدامات فى معجلات جسيماتهم . ذات فصل دراسى بالكلية فى الربيع ، ألف مارسى مقطوعة فوجة (**) صغيرة رائعة ، كانت من أمتع الإبداعات الفنية فى حياته . وأحيانا فى ليال معدودة جد مواتية كانت كتابة الشفرة تجعله يحس أيضا بهذه المتعة .

وبدا أن طريقة تناولهما للموضوع باستخدام خلية اليود طريقة تناول جيدة بالنسبة لهما على الأقل ، مع اقترانها ببرامجهما للكمبيوتر التى تتزايد حذقا لالتقاط التباين الذى يبحثان عنه وهما يعملان أثناء ذلك على محو أى تشويش فى الخلفية . وشرعا يأخذان القراءات فى مرصد ليك . كان الطريق إلى المرصد متعرجا غدارا ويصبح مغلوقا فى الشتاء ، ومع ذلك كان هذا المرصد البعيد ملائما بوجه خاص لأنه تخصص

(*) البكسل نقطه ضوئية هى أصغر عنصر فى الصورة يمكن عرضه على شاشة جهاز . (المترجم)

(**) نوع من الموسيقى الكلاسيكية حيث يكون أحد الألحان هو الموضوع الرئيسى فى جزء ليصبح الموضوع المصاحب أو المقابل فى جزء آخر . (المترجم)

في قياس معدلات السرعة القطرية للنجوم منذ افتتاحه في ١٩٠١ . وقضيا في أول الأمر أوقاتا رهيبة ، كان البحث شاقا للغاية . فالمرصد بارد كالثلج ، ومفتوح في ليالي الشتاء حتى لا يغطي الضباب المرآة . وبدآ بقائمة من النجوم عليهما رصدها في كل ليلة ، ثم ينتظران لشهور أو سنين لهضم بياناتها . وإذا كان للنجوم التي بحثا أمرها مدارات في طول مدار المشتري ، فإنهم لن يعرفا إن كان لديهم أي جديد بشأنها إلا بعد اثني عشر عاما أخرى !

وكافح بتلر ليجعل برمجياتهما تنجح . كانت الشفرة تضم مليون رقم في واحد، بما يحاكي مئات من التفاعلات الفيزيائية ؛ إنه لبحث فيه صعوبة وإحباط وعزلة . ويقول بتلر ، " لم يكن هناك من نطلب منه العون ، ولا أي خبير أو مرجع " . وربما تطلب منه حل بعض المشاكل سنة أو أكثر أحيانا . ويظهر مليون مسار كلها تؤدي إلى الإجابة الخطأ وليس من علامة على الإجابة الصحيحة . وزاد من المشاكل وجود عيب في عدسة المطياف (السبكتروجراف) يسبب أخطاء كثيرة . كما زادها كذلك أنهما كانا يعملان بميزانية بلغت في المتوسط ما يقرب من ٣٠,٠٠٠ دولار في السنة من ١٩٨٧ حتى ١٩٩٥ ، وكان جزء كبير منها هو لا غير مرتب بتلر . كان هذا علم بثمن أتفه من شروى نقير ، وفريق علمي صغير يعمل محترقا بلا مقابل.

أخذ أفراد آخرون يتابعون أيضًا البحث عن الكواكب خارج المنظومة الشمسية. وابتكرت فرق بحث في هارفارد وكندا وغيرهما طرائق غريبة للكشف عن الكواكب مثل القياس بالتداخل - (interferometery) أي سد الطريق على ضوء النجم بترتيب خطوط الأشعة في تسلسل بحيث يلغي أحدها الآخر . واتخذت الفرق المختلفة شتى أنواع المزاعم في تنافس ، وهي مزاعم كان يثبت دائما في النهاية خطأ براهينها . ولم يخرج مارسي وبتلر على العالم إلا بأقل الأسباب إقناعا بأن طريقة تناولهما قد تكون ناجحة . وقدما تقريرا عن المشروع في مركز هارفارد للفيزياء الفلكية في صيف ١٩٩٢ ، حيث تحدث بتلر عن مصاعب تنفيذ نموذج حوسبي للأطياف المرصودة يكون مؤسسا بالكامل على الفيزياء ، بالإضافة إلى الساعات الست اللازمة من وقت كمبيوتر كبير الحجم لتحليل طيف واحد بزمن تعرض من عشر دقائق . ويقول بتلر وهو يتذكر ، " لم يفعلوا إلا أن

ضحكوا " ، وجعل أعضاء المؤتمر ترتيب فريق سان فرنسيسكو الصغير في " المرتبة الثالثة أو الرابعة " من بين أربعة فرق متنافسة .

والحقيقة أن أول بحث نشر لهما أعلن فشلهما . كانا قد بحثا بمشقة بالغة خمسة وستين نجما في أول سنوات عملهما ، ولم يجدا فيها سوى " لا شيء مطلقا ، والحقيقة أنها كانت ورقة بحث مذهلة " ، كما يقول مارسي متذكرا ، " ومع ذلك أعتقد أن أمانتي قد أفادتني في اكتساب بعض المصداقية . فقد كان هناك الكثير جدا من الاكتشافات الزائفة حتى إننا عندما نشرنا ورقة بحث تقول إننا لم نعثر على شيء بدا ذلك كتغيير فيه ما ينعش " .

على أن مارسي قد فاز بانتصارين صغيرين مهمين في هذه السنوات الباكرة . وأحدهما أنه فاز بمنحة من ناسا (لمشروعات البحث المبتكرة) في ١٩٩٢ ، وهي منحة قصد بها تمويل المشاريع الأصيلة أو الأكثر جنونا التي قد تموت من غير هذا التمويل . وكان الانتصار الآخر هو لقاؤه مع سوزان كيجلي ، وهي كيميائية أتت إلى سان فرنسيسكو منتظرة بدء فترة اختبار لها حتى تُثبَّت في منصب مساعد أستاذ في كلية ويليامز . وقدمهما أحدهما للآخر صديق يعمل في أبحاث الذكاء على الكائنات من خارج الأرض . وأخذا يتنزهان معا كما تشاركا في حماسهما لبرامز ، وحاولا أداء عزف ثنائي على الفلوت والتشيلو ، وعلى البيانو والتشيلو . وتقول كيجلي ، " لم أكن أحسن العزف مثل جيف " ، أما هو فكان يسميها بإلهته ، وساعدته كيجلي على أن يظل مثابرا مهما زاد وزاد ما يؤديه من عمل وما يمر به من فشل . كذلك ظل ستيف فوجت على اتصال به ، وعندما اختير لإنشاء سبكترومتر فائق التحدد لتليسكوب من أرقى مستوى تكنولوجي في مرصد كيك بهاواي ، خلق فوجت سرا فجوة تلائم خلية اليود التي ابتكرها تلميذه السابق .

واصل مارسي وبتلر أخذ القراءات وبناء بنوك معلومات هائلة على أقراص الكمبيوتر ، وهما يمسحان أقرب النجوم الشبيهة بالشمس بحثا عن أي تذبذب . وأحسا أن أخطاءهما ما زالت أكبر مما ينبغي ؛ كانت أصغر حركة يمكنهما الكشف عنها في مرتبة ستة أمتار في الثانية . وهذا لا يمكنهما من الكشف عن نجم في حجم المشتري، ونصحهما باسري بأن يعالجا بياناتهما أيا كان الحال . وإذا كان هناك كواكب حجمها يبلغ عدة أمثال حجم المشتري كما حدس مارسي قبلها بسنوات ، فربما يكونا قد كشفا بالفعل عن واحد منها . ولم يوافق مارسي وإن كان قراره هذا ضد حدسه . وعلى الرغم

من عدم نجاحهما ، فإن هذه كانت فترة من أطول فترات التركيز المستمر التى مرت بهما بأى حال ، ومع تزايد قوة الكمبيوترات التى يعملان عليها أتاح لهما ذلك أن يستخدما جهدا أقل وحدسا أكبر فى إجراءات حل المشكلة . أصبح لدى مارسى الآن حبه ، ومشروعه ، وطلبته ، وآلة التشيلو ، وكم كان سعيدا بذلك . ثم ما لبثت أن حدثت كارثة مفاجأة .

- ٤ -

لا يشبه التنافس العلمى أى تنافس فى مجال آخر . يتنافس الفنانون والمحامون والأطباء والكتاب والرياضيون ، كلهم يتنافسون تنافسًا عنيفًا . إلا أن لديهم الكثير مما يفعلونه ، كأن يرسموا اللوحات أو يكسبوا القضايا أو يؤلفوا الروايات ، أما العلم فليس فيه إلا فرد واحد يكون أول من يقوم بأحد الاكتشافات .

تم فى جنيف بسويسرا فى أكتوبر ١٩٩٥ اكتشاف أول كوكب خارج المنظومة الشمسية ، بواسطة فريق كبير عصرى تموله الحكومة ، وقد تجمع الفريق على يد الفلكى السويسرى ميشيل مايور ، فاكتشف الفريق ماردا غازيا كئيبا حجمه خمسة أمثال حجم المشترى ، يقبع قريبًا جدًا من نجم يدعى ٥١ بيجاسوس (أو ٥١ بيج) بسبب موقعه فى كوكبة بيجاسوس (الفرس الأعظم) ، والنجم والكوكب يكاد أحدهما يقبّل الآخر . ويُعد هذا الكوكب أغرب كوكب رؤى بأى حال ، فهو كرة غاز هائلة يؤججها فرن متفجر ، وهو قريب من نجمه بأكثر من قرب عطارد لشمسنا . ويندفع هذا الكوكب ليدور حول شمسه فى زمن لا يصدق هو أربعة أيام . ويبدا الأمر وكأنه مستحيل . كيف يكون له هذا الشكل ويفعل هذا الفعل ؟ وكيف حدث له بأى حال أن يوجد هناك ؟

أعلن مايور وزميله ديدييه كيلوز هذا الاكتشاف فى اجتماع بفلورنسا بإيطاليا . وسلما فى الوقت نفسه ورقة بحثهما لمجلة " نيتشر " . وانتشر خبر هذه الجائحة فى التو حول العالم عن طريق البريد الألكترونى ، ليصل إلى بتلر ومارسى ، اللذين كانا من قبل فى مرصد ليك حيث كانت حالة الجو مواتية . وسارعا إلى القيام بدور الخاسرين بأن عملا على التحقق من ذلك الاكتشاف . وأذهلهما أن رأيا بالضبط ما رآه مايور ، كوكب عملاق . وعندما أجرى تيد كوبل لقاء معهما لبرنامج " خط الليل " مثّل مارسى دور الزميل المهذب . وقال إن هذه أكثر لحظة مثيرة فى حياته ، إذ تأكد وجود كوكب خارج

المنظومة الشمسية . إلا أنهما كانا داخل أعماقهما يشعران بغير ذلك . لقد ضاع منهما السباق ، ولو أنهما عالجا كل ما لديهما من معلومات على قرصهما الصلد فى وقت أسرع ، لربما كانا أول من يفوز . وفكر بتلر أن حسنا ، إذا كان المرء لا يستطيع أن يكون الأول ، فيمكنه على الأقل أن يكون الأفضل . وعليهما أن يحصلا على كمبيوتر بقدرات أكبر ، وبسرعة .

قد يكون فى إعلان هذا الاكتشاف ما يدمر أى عالم فلك آخر . ولكن مارسى تمسك بحافز يثيره من داخله " كنا طول تلك السنوات لا نثق أبدا فى أننا سنكتشف قط أى شىء " . ودار تفكيره حول صديقته الحميمة جيل تارتر ، مديرة " البحث عن الذكاء خارج الأرض " ، التى مثلتها جودى فوستر فى فيلم " اتصال " . " مع أن مشروعها كلف ملايين الدولارات ، وبذلوا فيه كل ما كان لديهم من قدرات الذكاء ، إلا أنه ربما لن ينجح أبدا " .

كان الأهم من ذلك أنهما ساعدا فى إنقاذ زميليهما السويسريين . فقد حدث على نحو لا يصدق ، بالنسبة لمارسى على الأقل ، أن طلبت مجلة " نيتشر " مراجعة ورقة البحث ، وهذا أمر لا غبار عليه فيما أحس به الفلكيان، ولكن المجلة فرضت شرطا غير مقبول بالنسبة لإمكان النشر وهو أنها تحظر أو تمنع أى دعاية . وقال مارسى مفسرا "تريد المجلة أن تنال وحدها كل ميزة فى الأمر " . ظل مارسى يتذكر ذلك حتى بعد أن أصبح بعدها بسنوات العالم الأثير لدى كل المجلات العلمية وكل برامج التليفزيون فى العالم ، ولكنه وقتها وقد أصبح هو وبتلر فى موقفهما هكذا للتحقق من الاكتشاف السويسرى ، فإنهما قد تمكنا من استخلاص بعض دعاية لها قدرها وكان هذا هو ما خرجا به مما كان يمكن أن يصبح كارثة لهما .

على أنهما ظلا يشعران بالاستياء من أن مايور كان لديه تمويل جيد ، بينما رُفضت طلباتهما فى ١٩٩٤ للحصول على منح رئيسية من المؤسسة القوميه للعلوم ومن ناسا . ولو كان لديهما أى أمل فى منحة كهذه لهيأ نفسيهما للاندفاع فى العمل . حتى يعالجا بياناتهما كانا يحتاجان توا إلى عدد وافر من الكمبيوترات . وقضى بتلر معظم النصف الأخير من أكتوبر وهو يرصد (٥١ بيج) مستخدما تليسكوبا صغيرا إضافيا فى مرصد ليك ويرسل الالتماسات بالبريد الألكترونى لحجز وقت لتشغيل الكمبيوتر . وبحلول نوفمبر، كان هناك ثلاث فرق بحث فى بيركلى تبرعت ببعض هذا الوقت . وأشرق وجه

مارسى بابتسامة فيها تحدّ . وهو يقول : " إن تكنيكنا هو الأفضل " . سوف يكون هناك المزيد من الكواكب ، طوفان من الكواكب ، وسوف يجدان المال اللازم ليصلا إليها .

- ٥ -

لم يستغرق ذلك زمنا طويلا ، كان لديهما من قبل مرشحان جيدان من هذه الكواكب ، وهما الآن يعرفان أن هذه الكواكب يمكن أن توجد ، فأخذا فى تعقبها بحماس . هاك كوكب يدور حول أحد النجوم فى كوكبة فيرجو (العذراء) ، وهو أكبر حتى من الكوكب الهائل (٥١ بيج) ، ويبلغ حجمه ٦,٥ ضعفا لحجم المشترى ومسافة قربه من نجمه عند أقصى اقتراب منه تبلغ ما يقرب من نصف المسافة بين الأرض والشمس . ويبلغ من كبر حجمه أنه يشبه نجما ولد ميتا أو يشبه قزما بنيا أكثر مما يشبه الكوكب . أما ما كان يحير بأكثر ، فهو أنه كان يتأرجح أحيانا مقتربا أقصى قرب من شمسه بحيث كان ينبغى أن يتلاشى فى موجة مد جائح من الجاذبية ، ولكنه لا يلبث أن ينطلق بعيدا إلى أعماق الفضاء وكأنه قذف بمقلاع . ومدار كهذا يسمى بأن له مراكز مختلفة أو لا متراكز ، وهو يبلغ هنا ضعف أقصى مدار لا متراكز فى مجموعتنا الشمسية . إنه باختصار وحش هائل يطرح أعمق المشاكل بالنسبة للأفكار التقليدية عن طريقة تشكيل وسلوك المنظومات الشمسية ، وعن علم الكون وعلم الكيمياء .

أما كوكبها الثانى الذى يدور حول ٤٧ أورسى ماجوريس (الدب الأكبر) فكان على الأقل يبدو مألوفا بعض الشيء : فهو يبلغ ٢,٤ مثل لحجم المشترى ، ويقبع بعيدا عن شمسه بما يزيد قليلا عن بعد المريخ عن شمسنا ، وبحلول ١٩٩٥ كان لديهما بيانات تكفى لأن يثقا فيما خططاه من مدارات ، وطُلب من مارسى أن يلقى حديثا صباحيا فى اجتماع يناير السنوى للجمعية الفلكية الأمريكية فى سان أنطونيو بولاية تكساس . وقررا أن يعلنا وقتها أنباءهما الساحقة . وأحس بتلر بابتهاج منعش ، أما مارسى فكان مرعوبًا من أن يناله فشل جارف ، وقال مارسى ، " لقد مررنا بذلك مرة ولا نريد أن نمر به ثانية " . وقضيا إجازة متوترة وهما يعيدان فحص بياناتهما ، ويتابعان رسائل البريد الأكترونى وثرثرة الشائعات بين القارات ، ويتجنبان أن يُظهرا اهتماما أكثر من اللازم بإنجازات

مايور وفريق منافس آخر ، هو فريق هارفارد - سميثونيان . وقال مارسى : " لم يكن فى استطاعتنا تحمل فقدان وليدينا الصغيرين اللذين ربيناهما طيلة عامين . كان الأمر غاية فى الصعوبة " .

على أنه ما لبثت أن تسربت الأنباء فى إشاعة بالمؤتمر، وهاتف مارسى سوزان من تكساس فى الليلة السابقة لحديثه قائلا لها ، " أعتقد أن من الأفضل أن تطيرى إلى هنا " ، وظل مستيقظا حتى الواحدة صباحا وهو يعمل على لوحات عرضه الشفافة ، ويراجع الكلمات التى سيستخدمها ، ورقد لينام . وراقب الساعة وهى تصل إلى الثانية ثم الثالثة . وكان آخر ما يتذكر رؤيته أن الساعة وصلت إلى الثالثة وخمس وأربعين ، ثم أخذ الراديو يدعوه ليستيقظ .

كان محددا له أن يتحدث فى الثامنة وخمس وأربعين صباحا ، ووجد أن عليه أن يشق طريقه خلال جمهور وقف محتشدا فى الأروقة كتفا لكتف . وكانت الأبواب المزدوجة قد انسدت مضغوطة بطلبة الأبحاث وهم يرتدون الجينز ومعهم زملاء مارسى يرتدون ربطات العنق والسترات المغضنة . وتطلعت الوجوه إليه . بعضها فى توقع ، وبعضها مبتسم والبعض غاضب، واحتشد الناس متراصين خارج الأبواب المزدوجة ، وقد اشرأبوا برقابهم ، وجامل فريق تليفزيون بريطانى مجموعة مارسى ، وبالتالى فقد باح لهم مارسى ببعض المعلومات ، وأخذ هذا الفريق فى العمل ومارسى يمشى للداخل . وومضت لمباته .

كم كان هذا مختلفا عن ذلك الصباح الذى سبق منذ أربعة عشر عاما عندما وقف مارسى فى مقصورة الدش وهو يندب أوجه ضعفه ! وصف مارسى اكتشافاتهما بنبرة متواضعة . وأحس بالعرق فى كل جزء من جسمه، ولكنه ما إن أخذ يتحدث حتى تلاشت كل شكوكه . على أنه أخذ يقلل من أى مباهاة باكتشافاتهما حتى إن طلبة الأبحاث التفت كل واحد منهم للآخر متسائلا ، " ما هذا الذى يقوله ؟ " وعندما انتهى الحديث وقف زملاؤه فى قاعة الاستماع بسان أنطونيو ليصفقوا له ، ها هو ذلك الرجل الذى ظل يشك فى نفسه كل الشك حتى إنه قبل وظيفة مدرس فى كل ساعات العمل ، والذى ظن أن ترتيبه لا يزيد عن أن يكون الثانى فى أعظم اكتشاف فى حياته ، ها هو يحس بأنه قد أثبت وجوده .

لم يكن مهيأ لما حدث من رد فعل عالمى . " أُخذنا أنا وبول فى انتقالات خاطفة بعربات الليموزين الفارهة لتدور بنا من محطة تليفزيون للأخرى . بل لم نكن نعرف حتى أى محطة سنساق إليها . وإنما كنّا نركب سيارة اللّيموزين لا غير فيأخذوننا إلى مكان ما ويسألنا أحد المحاورين بعض الأسئلة طوال عشرين دقيقة . كانت الفوضى هى التى تتحكم فى الأمر " . ولاحظ المعلقون أنه يشاركه فى العمل طالب سابق ، وأن انتصار هذا الفريق الصغير الذى ينقصه التمويل جرى على يد مدرس . وبدا لأول مرة أن التوصل إلى ترتيب الثانى أفضل من التوصل إلى ترتيب الأول . ويعلق باسرى بأنه "مما أفاد جيف أيضا أنه أمريكى . وبهذا كانت وسائل الإعلام العلمية فى الوضع المناسب للترويج للقصة " .

كانت القصة الحقيقية هى أن الكواكب نفسها ، بما هى عليه من بالغ الشذوذ والفوضى ، تتحدى كل النماذج الأساسية لعلم الفلك . ولم يكن أحد ليتوقع قبل مارسى ومايور أن يكون لهذه العمالقة الغازية مدارات من أربعة أو خمسة أيام حول شموسها قريبة أوثق القرب منها . وطرحت هذه الكواكب احتمالات ثرية غامضة يمكن أن تتشكل بها المنظومات الشمسية ، مما جعل الكون فجأة يبدو على قدر من الدينامية و " الإبداع " يفوق كل ما فكر فيه أى أحد . وكان دوران هذه العمالقة الغريبة على مسافة وثيقة القرب من شموسها يطرح أنها قد ضُغطت ضغطا ماحقا فى مكانها ، لأن النظرية التقليدية عن اندماج سحب الغاز ليست مما يؤدى إلى وضع كوكب ضخم بجوار أحد النجوم . فالمنظومات الشمسيّة تشبه بقايا عمليات هدم ، فيها كويكبات وكواكب وشظايا يفجر أحدها الآخر فى مدارات جديدة ، وهى تنشر فى نفس الوقت جزيئات من لبنات بناء الحياة . إن فى هذا لجمال عجيب ، نوع الجمال الذى ينتمى إلى الجانب الخفى من الأمور ، مثل تلك الرائحة الكثيفة القوية التى تشبه رائحة البيض والتى تنتشر فى الهواء فى اللحظة التى تسبق وميض البرق . وهكذا كشفت منظومتنا الشمسية فجأة عما فى منطقها ونزواتها من خطوات ثقيلة الوطأ .

ونحن لدينا البراهين على ماضى هذه المنظومة المترع بالحيوية : فالقمر وعطارد بفوهاتهما البركانية يبينان أن منظومتنا الشمسية كانت ذات يوم موضعا تسوده الهمجية . والمريخ الصغير فيه براكين ووديان أكبر كثيرا مما فى الأرض ، بل إن الأرض لديها فوهة بركان جائع تحت البحر الكاريبى وأمريكا الوسطى بما يطرح معركة قديمة

عنيفة مثل معركة هرمجدون بين قوى الخير والشر . وتندفع الكويكبات عنيفا لتذكرنا بأنه لولا التأثير المفيد لجاذبية المشترى ، لكانت الأرض قد تمزقت إربا . وهكذا بدا أن كون مارسى يتسم بالشواش والعزم والإبداع مثل طفل فى نوبة غضب . إنه كون ينذر بثورة ، لا فى علم الفلك وحده ، وإنما أيضا فى " الكيمياء والبيولوجيا ، والأرصاد الجوية والجيولوجيا " ، كما قال مارسى فى برنامج (ساعة الأخبار لماك نيل – ليهرر) ، وكما يقول هاملت إنه فجأة لاح فى السماء أشياء كثيرة أخرى " أكثر مما تحلم به فلسفتك " . ومرة أخرى يصبح الفضاء رومانسيا .

- ٦ -

قررت ناسا أن موضوع الكواكب خارج المنظومة الشمسية له سخونته ، وصبت أموالها فى متابعة دراستها . واشترت جزءا كبيرا من وقت ليالى الرصد بتليسكوب كيك الذى يعد على أرقى مستوى تكنولوجى وقتها ، ولجأت ناسا إلى مارسى وبتلر ليكونا رأس الحربة لهذا البحث . وما لبثت أن حلت كارثة جديدة . فقد حاول أحد محكمى المنحة التوصل إلى الموافقة على الإقرار به هو نفسه كالباحث الرئيسى لمشروعهما . وأراد أن يستخدم هو نفسه خلية اليود التى أنشآها بكدهما ليبحث بها عن الكواكب . وناضل مارسى وبتلر ضد الرجل ، وكان فى نضالهما مشقة كبيرة فهو حكم من حكامهما . وتغلبا عليه فى النهاية ، إلا أن ما بذلاه من جهد أرهقهما . وها هما الآن قد انتزعا عشرين ليلة فى كل سنة لأبحاثهما الكمبيوترية على أحسن تليسكوب فى العالم .

ومع ما نالاه من شهرة وجدا أيضا رعاية من شركة الكمبيوتر . فقد لاحظت الشركة أن مبرمجاتهم تنفذ على عتاد فائق القدرات من نوع " صن ميكروسيستمز ، ووافقت الشركة على أن توفر لهما أفضل كمبيوتراتها فى مقابل أن يضيفا اللوجو (*) الخاص بهما إلى موقع الفريق على شبكة ويب . وهكذا لن يحتاجا أبدا لأن يتسوّلا مرة ثانية أوقات عمل على الكمبيوتر . وهكذا أصبح هذا الفريق الصغير الذى جُمع من شتى الأرجاء ناجحًا فى تناوله للعلم على طريقة " السليكون فالى " (وادى السليكون) ، أو أن هذا ما بدا الأمر عليه .

(*) اللوجو لغة برمجة في الكمبيوتر عالية المستوى وسهلة الاستخدام وتناسب تعليم مبادئ البرمجة (المترجم) .

ترك فوجت مكانا لخليتهما اليودية فى جهاز السبكرومتر فائق التحدد بمرصد كيك ، ومكنهما ذلك من الانتقال إلى أسلوب بحث موسع باستخدام شبكة دولية مختصرة مرتبطة مع شبكة الإنترنت . وفاز بتلر بمنصب للعمل على التليسكوب الإنجليزى - الأسترالى فى أستراليا ، الأمر الذى أتاح لهما التوصل إلى عشرين ليلة رصد فى كل سنة على أكبر تليسكوب فى نصف الكرة الأرضية الجنوبى . وأثناء إقامة بتلر فى سيدنى ، كان ينضم إلى مارسى فى مرصد كيك بهاواى مرة فى كل شهر تقريبًا . ووفرت لهما هاواى بالإضافة إلى أعمال الرصد مكانًا جميلاً للقاء يخططان فيه استراتيجيتهما .

ما لبثت ديبرا فيشر أن أصبحت عضوا جديدا فى فريقهم بعد عودتها كطالبة بحث ، واحتلت موقعهما القديم على فتحة تليسكوب مرصد ليك . كانت فيشر قد أنهت مرحلة التخرج فى جامعة أيوا ، ثم التحقت بمعهد لأبحاث الخريجين بولاية سان فرنسيسكو بعد أن تزوجت وأنجبت ثلاثة أطفال، وإذا كان هناك ما تتميز به فهو أنها كانت حتى أكثر عنفا وصرامة وعنادا عن مارسى وبتلر ، تخلص مارسى بالكامل من نظام التراتب القديم الجنسوى الذى عانى منه وهو فى مونت ويلسون ، فأصبحوا يأكلون معا ويحتفلون معا ، وداوم على دعوة طلبة ما قبل التخرج ليلة فى كل سنة فى بيته وبيت كيجلى .

وأدى توليفهم بين التليسكوبات إلى زيادة دراميـة فى دقتها وقوتها . ونسقوا ما بين أبحاثهم عبر العالم تو اللحظة باستخدام البريد الألكترونى . وهكذا كان مارسى وفوجت يأخذان قراءات من كيك فى وايمى ، ويرسلانها بالإنترنت إلى فيشر فى ليك بكاليفورنيا ، ثم إلى بتلر فى مرصد التليسكوب الإنجليزى - الأسترالى ، ويتم التنسيق بين الأرقام المجمعة فى التو بواسطة البريد الألكترونى ، مثلما يحدث مع الأبحاث عبر العالم . وكانوا إذا قاسوا حركة نجم يبعد بمائة سنة ضوئية وهو يتهادى كالبطة فى بركة صغيرة ، فإنهم يعايرون ذبذبته إزاء نقطة محددة . وحتى يفعلوا ذلك ، كان عليهم أن يتخلصوا من كل أثر لتحركات الأرض ، فذبذبة الأرض الخاصة بها تزيح محورها بدرجات معدودة كل عشرين ألف سنة - بما يؤدى إلى العصور الجليدية وإلى الاحترار الكوكبى . بل حتى والشمس ليست مستقرة ، وذلك بسبب شد المشترى عليها . واستخدموا نظرية النسبية ليعلّموا كل نجم بعيد إزاء نقطة محددة فى مركز مجرة درب التبانة .

ولكنهم كانوا يفتقدون شيئًا . وكما تقول كيجلى إنه " فرصة توفر التركيز الدائم . ولهذا أهمية بالغة ، ولكن جيف يتلقى الآن طلبات من وسائل الإعلام وأسئلة من كل أرجاء العالم ، وهو يجيب عنها كلها " . ظل مارسى محتفظا بموقع نشط جدا على شبكة ويب ؛ كان يحس بأن من المهم أن يتواصل بعلمه ، بل إنه ضمّن فى الموقع صورا عائلية لشركائه فى العمل . إلا أن استنزاف وقته كان فيه تحدٍ له . فقد أصبحوا جد مشغولين حتى إنهم لا يجدون الوقت اللازم لتحسين برامجهم الكمبيوترية " . وكان البرنامج لسبب ما يعمل فى ليك بأفضل مما فى كيك ، مع أنه ينبغى ألا يكون هناك أى فارق بينهما . كان ليك بمثابة البيت . وأصبح مكانا أثيرا عند ديبرا فيشر . فقد أحبت العمل الروتينى الهادئ وملاذ الرصد ليلا على التليسكوب . " هذا وقت أنأى بنفسى فيه وأركز فحسب على الأمور الهامة " . ووجدت فى هذه العزلة ما يلهمها بعمق . " عند الرابعة صباحا يصبح الأمر صعبا قليلا ، ولكنى أحب الماكينات ، أما الوقت بين ٧ - ١١ فلا أحس به ، لا توجد محطة غاز ولا أى شىء آخر . ليس هناك غير قاعة طعام الأفراد العاملين فى مونت هاملتون " .

أخذوا ، وقد استكملوا معداتهم ، يبحثون بنسق منهجى أقرب النجوم وعددها أربعمائة أو ما يقرب ، وأخذوا يشدون الكواكب فى شباكهم ، فعثروا على ثلاثة كواكب أخرى من النوع الهائل اللامتراكز الذى يشبه ٥١ (بيج) ثم ما لبثت أن حلت جائحة أخرى .

أرسل الباحث الكندى دافيد جراى خطابا لمجلة " نيتشر" فى فبراير ١٩٩٧ يحاج فيه بأن " ذبذبتهم " لم تكن بأى حال ذبذبة جاذبية كوكب وإنما هى نبضات للنجم . استخدم جراى فى هجومه لغة مستفزة ، وكان قد ألف مرجعا أساسيا عن استخدام السبكترو مترات ، وقد بنى هجومه هذا على قياس شاذ وحيد . وبدا بالنسبة للكثيرين أن نبرة خطابه قد أوغلت لما هو أبعد من مجرد نقاش علمى ؛ وبدا أن الأمر فيه حسابات شخصية ، إلا أن الزملاء من العلماء لم يكن فى إمكانهم إهمال ما كتبه . وكان فى الخطاب ما يهدد بإفساد خط سير كل الأبحاث على الكواكب .

أغرق مندوبو الصحف مارسى بمهاتفاتهم ، وبريدهم الألكترونى ، وبالأسئلة المستمرة المتكررة . وسخر منه رسامو الكاريكاتير فى الصحف . واحتدم غضبهما بسبب

ما كان يفقدانه من الوقت وكذلك أيضا بسبب تهديد تمويلهما ، وبالتالى رد مارسى وبتلر الهجوم من موقع فى شبكة ويب ملحق بالصفحة المخصصة لهما . وقالا إن جراى يستخدم سبكترومتر يُعد مما راح زمنه ، ولكنه رفض أن يتقبل طرح أى احتمالات عن درجة دقة عمله . لم يكن هناك أى براهين على وجود نبضات فى نجوم من حجم ٥١ (بيج) ، ولكن جراى أخذ قراءة شاذة لرقم واحد ، والأرجح أن يكون هذا بسبب خطإ ما ، وبنى عليها الأمر كله بمبالغة فيها تجاوز .

كان بعض الزملاء يراقبون لوجو شركة (صن ميكروسيستمز) على صفحة مارسى فى شبكة ويب لأنها توفر تمويلا مشتركا لهم ، وأحسوا بأن ما فى رد مارسى أو بتلر من الغضب المحتدم " قد خرج عن السيطرة " ، كما قال أحد المنظرين . " وهذا أمر يُسىء للعلم " . ورد بتلر الهجوم ، فهو دائما صريح فى انفعالاته ، " عندما يدعمنا امرؤ نقدر له ذلك ، ترى هل ثار أحد غضبا على فنانى عصر النهضة عندما أقروا بفضل آل مديتشى فى دعم أعمالهم الفنية ؟ " .

نُشر على مدى الشهور العديدة التالية لذلك أربعة مقالات تفند أجزاء مختلفة من مزاعم جراى ، بما فى ذلك مقال كتبه فريد راسيو العالم المنظر بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا . وأخيراً بعد مرور ما يقرب من عام من ظهور مقاله نشر جراى فى مجلة "نيتشر " خطابا يتراجع فيه .

بدت هذه السنة بالنسبة لمارسى وبتلر وكأنها مفقودة بالكامل . وأدى ما زاد عليه من ضغوط وتأخيرات فى الأبحاث إلى اندفاع مارسى إلى ممارسة التنس ، وكان يمارس اللعبة وهو فى المدرسة الثانوية بطريقة عادية جدا ، ولكنه اكتشف الآن أنه يحبها . وأخذ يلعب كل يوم ، ويتلقى الدروس من طالب مناصر له ، وينشئ علاقات مشاركة مع أصدقاء الملعب . وأصبح مما يهمه أن يكون شريكه فى اللعب مستمتعا بالمباراة مثل استمتاعه هو بها، وذلك فى " نوع من لعب معقد متعدد المستوى " .

إلا أن أحسن طريقة لمواصلة الحياة هى العمل . ومع ما حدث من تدقيق وإتقان فى طرائق بحثهم ، فإنهم أخذوا قراءات أكثر وأكثر . وانهمرت عليهم الكواكب ، فوجدوا أربعة فى ١٩٩٧ ، ووصل الإجمالى إلى ثلاثة عشر كوكبا فى منتصف ١٩٩٨ . ولأول مرة فى تاريخ البشر ، يصل النوع الإنسانى إلى معرفة عدد من الكواكب خارج المنظومة

الشمسية ، أكثر مما يعرفه داخلها . كان هذا منعطفا عارما فى دراسة علم فلك الكواكب وأخذ الزخم يتزايد ، ولم يكن هناك مطلقا أى فريق آخر من فرق المعاهد الأكبر يعثر على أى كواكب . وانحلت بعض هذه الفرق . وسجل تليفزيون سى إن إن معهم فى كيك . ونشرت مجلة " ناشيونال جيوجرافيك " (الجغرافية القومية) لقاءات تصور شخصياتهم . وكتبت صحيفة " النيويورك تايمز " عدة مقالات رئيسية عنهم ، وشعر مارسى وفيشر وبتلر بأن فى حوزتهم كواكب أخرى كثيرة ، كواكب لم تكتشف ، تقبع فوق أقراص بياناتهم . والأمر لاغير أنهم ينقصهم الوقت اللازم لمعالجة هذه البيانات ؛ وذلك بسبب كل تلك المطالب من وسائل الإعلام ، وخطط مارسى وبتلر لإجراء هجوم شامل على كل النجوم الأربعمائة القريبة المشابهة للشمس ، ليحسموا نهائيا أين قد توجد الكواكب . أى جزء من النجوم المشابهة للشمس لديه كواكب عملاقة ؟ وأى جزء من المنظومات الكوكبية يشبه منظومتنا ؟ ولكنهما واجها عند ذلك تحديا آخر غير متوقع بالمرة .

-٧-

ذات يوم من ديسمبر ١٩٩٧ كان مارسى يفحص رسائل بريده الألكترونى الآتية من أرجاء العالم والتى تبلغ عادة العشرين أو ما يقرب . وكنتيجة لموضوع بحثه الرومانسى ولما يوجد من انفتاح فى موقعه على شبكة ويب (الذى يتضمن صورا عائلية لأفراد كثيرين من الفريق ولقطات لأعياد ميلادهم وحفلات تخرجهم) نتيجة ذلك كله كان يجذب أسئلة من أناس من كل نوع ، وكان يحاول دائما أن يرد على الطلبة مهما أخره ذلك فى مكتبه . (تقول كيجلى ، " كنت أقول له ، إنك لست مطالبا بالرد على كل فرد ، ولكنه يرد قائلا بأنه يود حقا أن يتحدث معهم " .) واسترعت إحدى الرسائل نظره . فقد كتب كيفن آبس ، وهو طالب حديث فى جامعة سسكس بإنجلترا ، ليسأله أن يرسل له قائمة نجومهم الأربعمائة المستهدفة المشابهة للشمس . فهو يريد أن " يقيّم مقدار احتمال وجود كواكب لها " باستخدام أحدث بيانات من (هيباركوس) القمر الصناعى الأوروبى الجديد . وقد اشترى هذا الطالب قرصا مدمجا لهيباركوس من نوع (روم) (*) بما يساوى مائتى دولار .

(*) قرص روم أى بذاكرة قراءة فقط بحيث لا يمكن التسجيل عليه (المترجم) .

لم يسقط مارسى هذا الطالب من اعتباره كما قد يفعل الكثير من العلماء من مرتبته . وبدلا من ذلك فإنه تحدث مع بتلر فى الأمر . سيكون من الخطر إرسال قائمة ممتلكاتهم من النجوم : " أنا لا أريد أن يعرف ميشيل مايور فى سويسرا كل خطوة أخطوها " . إلا أن شيئا فى أسلوب آبس جعله يفكر فى الأمر ، " سوف أعطى ثقتى لهذا الفتى . ولمَ لا ؟ " كان تصرفه هذا من نوع تصرفاته التى أتت له ببتلر إلى أبحاثه ، والنوع الذى ربط بين فوجت ومارسى ، " فعلت شيئا وأنا أخشى فعله . وأرسلت له القائمة . ولدهشتى رد علىَّ بالبريد الألكترونى بعدها بما يقرب من أسبوعين " .

أدى هذا إلى أن غير من طريقة تناولهم للبحث . وأدى إلى أن غير من التاريخ .

كفين آبس فتى من الطبقة العاملة مفتول العضلات ، يقص شعره رملى اللون قصيرا ويثقب أذنه اليسرى بقرط ذهبى كبير . وقد نشأ فى نهاية صف من بيوت مرصوصة فى حى كرولى بالقرب من مطار جاتويك . كان أبوه يعمل ساعيا للبريد . وكان آبس يحتفظ فى حجرة نومه بملصق لرائد فضاء من ناسا وصور لفرق الموسيقى التى يفضلها . وتخرج من المدرسة الثانوية فقدم طلبا للالتحاق بقسم الفلك فى جامعة لندن . وزار مبانى المعهد الكالحة التى يغطيها السِّناج ، ولكنه كان يعوزه المال ، فقرر أنه لا يريد الانتقال بعيدا عن عائلته وأصدقائه . والتحق بدلا من ذلك بعمل هندسى فى مصنع (دوراسيل) المحلى ، وهكذا استقرت حياته .

أخذ يعمل ، ويلعب كرة القدم ، ويلعب الكريكت فى مركز القاذف ، ويذهب فى عطلات نهاية الأسبوع مع أصدقائه إلى النوادى الليلية فى المدينة ، أو إذا أحسوا ببعض ميل للمغامرة فإنهم يذهبون إلى حى إيست جرينستد الفاخر المجاور . وأحب رياضة ركوب الموج . وأخذ يحلم بالأمواج العالية ، وتلاطم المياه فى جزيرة هاواى الكبيرة . وتابع الأخبار فى مجلات الفلك الجماهيرية ، ثم على شبكة ويب ، ومن هنا عرف وتابع تقدم أبحاث مارسى وبتلر فى ١٩٩٥ ، بقدر متابعة زملائه للاعبى كرة القدم المحترفين المفضلين لديهم ، وبلغ من تفتح شهيته للقراءة أن ثبت فيما بعد أنه يعرف قدرا من الشائعات الداخلية حول هذه الأبحاث أكثر مما يعرفه مارسى ، خاصة وبالتأكيد بالنسبة لأوروبا . وكان آبس وهو فى طريق عودته من الحانات مساء مع أصدقائه يلفت انتباههم مشيرا إلى الكواكب وهى تومض فوق الأضواء على ذيول الطائرات النفاثة وهى تعبر السماء .

فُصل آبس من عمله بعد أن اشترت شركة جيليت شركته ديوراسل فى فبراير ١٩٩٧ . وخرج ليعيش على إعانة البطالة مع مكافأة إنهاء الخدمة، وأخذ ينفق وقته فى إرسال طلبات للعمل ثانية وفى الذهاب إلى مقابلات بشأن وظائف لا رغبة له فيها . وعرف فى البيت أن سرطان الجلد الذى كانت أمه مريضة به قد بث أوراما ثانوية ، فبقى فى المنزل ليساعد أباه فى رعايتها ، وهو يستمع إلى حِكاياتها عن نشأتها فى برايتون .

ماتت أمه فى أبريل . وانتقل أبوه خارج المنزل ، مسلّما ملكية المنزل له ولشقيقته . ووجد نفسه فجأة طليقا ، ومعه قدر من المال يكفى لأن يفعل ما يريده لزمن ، فقرر أنه فى حاجة للذهاب بعيدًا . " ضاعت منى وظيفتى ، وأحسست بحاجتى لأن أتبين ماذا أريد أن أفعل بحياتى " . ووقع على صفقة رحلة إلى هاواى . وحجز غرفة فى فندق يابانى رخيص على مقربة من أحد أخطر الشواطئ على ساحل كونا . وقرر أن يبدد مكافأة نهاية الخدمة فى إجازة تكون " إجازة العمر " .

قضى آبس شهرا فوق الجزيرة الكبيرة ، حيث كان يمارس ركوب الأمواج يوميا ، ويلتقى مع أفراد من السكان المحليين ويجوب شتى الأماكن . وقام برحلة ليسوح صاعدا لقمة جبل موناكى ومرصد كيك . ومع أنه حجز لرحلة بمرشد ، إلا أنه انطلق صاعدا بمفرده ، بل وأجرى حتى بعض أرصاد من مركز الزائرين بالقمة . كان ذلك فى منتصف مايو . وكان يعرف أن جيف مارسى وبول بتلر موجودان هناك فى القمة . وتطلع إلى قبتى التليسكوب الماردتين التوأمين وتساءل فى استرخاء ، ألن يكون ذلك رائعا لو أننى تمكنت ذات يوم من العمل على هذا المرصد ؟

عاد آبس فى يونيو ليجد بعض عمل مؤقت ، فى محاولة لا غير للعثور على وظيفة ، ثم قرر بحلول أغسطس أن يذهب فى النهاية إلى الجامعة . وقدم طلب التحاق فى سسكس حتى يستطيع أن يعيش فى بيته . وقبل نهاية الفصل الدراسى الأول الذى كانت مادته الرئيسية هى علم الفلك ، كان قد اشترى القرص الروم المدمج عن القمر الصناعى هيباركوس . كان هيباركوس مشروعا أوروبيا مشتركا لقمر صناعى يصنف فى كتالوج أول خريطة ثلاثية الأبعاد للمجرة . وهو أول قمر فى جيل جديد من الأقمار الصناعية ، يُبنى بتكلفة غير باهظة . وقد استخدمت فيه الألكترونيات الحديثة وأجهزة الاستشعار عن بعد ، والمواد الذكية ، بحيث إنه كان بداية لانطلاق عصر جديد من أرصاد علم الفلك ،

وقد لعب بالفعل دورا رئيسيا فى إعادة بحث مسألة عمر الكون . كان قرص روم المدمج قد أُنتج فى التو للجمهور . وتساءل آبس عما إذا كان مارسى ويتلر قد وجدا الوقت اللازم للاطلاع على بيانات هيباركوس . " فكرت قائلاً ، حسن ، سوف أسألهما . وأدهشنى حقًا أنهما أرسلا ردا . واعتقدت أن هذا مذهل ! " .

وصلت إليه القائمة من جيف مارسى عن طريق البريد الألكترونى فى أواخر نوفمبر ١٩٩٧ ، وشرع فى العمل على الكوم الهائل الذى تشكله بيانات هيباركوس . وظل ليلة بعد ليلة بعد أن ينتهى من أداء واجبه الدراسى المنزلى يملأ الساعات الهادئة فى البيت "بترانيم " متعاقبة من الأرقام . وما أن وصل للنجم الثالث لا غير حتى رأى فيه مشكلة . " لم يكن ما ظنوا أنه عليه . فقد كان نجما عملاقا " ، والنجم العملاق ينبض ، بما يعنى أن إشارته تتباين بأكثر مما يلزم لصنع القراءات فائقة الدقة التى يحتاجها مارسى . وهم هكذا سيضيعون وقتهم ومالهم ، وعملهم على تليسكوب من أفضل التليسكوبات فى العالم ، كما يضيعون الشهور التى يدرسون فيها بياناتهم . وفكر آبس فى نفسه ، "ملعون أنا بحق المسيح ، لاريب أنه لا يمكن أن يكونوا قد أدركوا ذلك " .

وواصل جهده الشاق ووجد مزيدا من نجوم خطأ تصل إجمالا إلى الثلاثين . " تجمع لدى مجموعتان من النجوم الثنائية ، ونجمان آخران عملاقان . وأخذت أفكر أن حسنا ، على أن أخبرهم بذلك " . فليس هناك من يريد لهم تضييع وقت مرصد كيك ، ولا تضييع السنين فى تحاليل مضنية ، إلا أنه أيضا كان يهاب بعض الشىء أن يتصل بهم . وجلس فى حجرة نومه الضيقة تحت ملصق ناسا ، ليكتب بأسلوب يفيض احتراما بقدر الإمكان :

" عزيزى د . مارسى ، ثبت فى النهاية أن قسما كبيرا (من النجوم المستهدفة) ليست من نجوم التتابع الرئيسى (*) وإنما هى نجوم تحت عملاقة أو عملاقة من الدرجة الثالثة III ... وربما يكون فى هذا ما يثير القلق ... ذلك أن من المحتمل أن هذا سيقلل من عدد ما يرجح اكتشافه من الكواكب " .

(*) التتابع الأساسى للنجوم هو رسم بيانى لعالمى الفلك هيرتز برونج وراسل ويتضمن حوالى ٩٠٪ من كل النجوم المعروفة وقد رسمت حسب خصائص معينة لتتابع فى خط مائل من أعلى اليسار لأسفل يمين الرسم (المترجم) .

قرأ مارسى فى سان فرنسيسكو بريده الألكترونى وضحك ، " فكرت فى أن أعطى لنفسى فترة للراحة ، وأول كل شيء لماذا حدث قط أنى راسلت هذا الفتى بالبريد الألكترونى ؟ ثم قلت حسنًا ، لا بأس ، هيا لألقى نظرة على أحد هذه النجوم . ونظرت إلى نجم بعد نجم ، ووجدته على حق فى كل مرة نظرت فيها . فكل نجم من النجوم التى ذكرها كان غير ملائم ، وهو حقا نجم لا يفيد فى أبحاثنا . ومن بين أربعمائة نجم قد وجد آبس ثلاثين نجما لا تصلح ! وسررنا جدا لذلك " .

كانت صراحة مارسى فى تصحيح الخطإ تعكس من نواحٍ كثيرة نفس صراحته التى بدأ بها مشاركته المثمرة مع بول بتلر منذ ما يقرب من خمس عشرة سنة سابقة . وأرسل بالبريد الألكترونى رسالة تنم عن ابتهاجه ببحث طالب الكلية الحديث . وتلقى إجابة من آبس ، يسأله فيها ، " فيما يعرض ، هل لى أن أقترح ثلاثين نجما بديلة ؟ " كان قد استخلص من قائمة هيباركوس بعض النجوم القريبة التى يرجح ترشيحها كنجوم ملائمة للبحث .

ولأول مرة منذ جاليليو نجد فردا هاويا بالكامل يشترك مع فريق على أقصى درجة من الخبرة فى أبحاث الكواكب خارج المنظومة الشمسية . لم تكن هناك سابقة لذلك ، فالأمر يماثل أن يصل عضو صغير فى إحدى الفرق إلى إحراز نصر ساحق فى الجولف فى مباراة عالمية . لم يكن هذا ليحدث أبدا لولا نزعة جيف مارسى للعمل مع الطلبة ، بما يعود به إلى أيامه الخوالى من إحساسه بعدم الأمان ، أيامه وهو يعلّم بول بتلر ، وأيام نشأة الإنترنت وتكنولوجيا أقراص روم المدمجة ، وأيام عصر جديد بالكامل من علم المنظومات المعقدة .

بحلول سبتمبر ١٩٩٨ ، بعد أن مر بالضبط تسعة شهور من الوقت الذى حملق فيه عاليا للسماء من مركز الزوار عند تليسكوبات كيك الضخمة، كان كيفن آبس يساعد فى وضع جدول العمل لاستخدام أفضل تليسكوب فى العالم . وبعدها بما يزيد قليلا عن ثلاثة شهور ، وُجد كوكب عند أحد النجوم التى رشحها لذلك . وفجأة أصبح هو أيضا موضع الشهرة فى وسائل الإعلام وعمره خمسة وعشرون عاما، فظهر فى مقالات نُشرت ابتداء من صحيفة " الإندبندنت " ، " فالنيويورك تايمز " ، حتى " الواشنطن بوست " . وظهر

مع المحاور التليفزيونى جونى فون فى برنامج الصباح المشهور " الإفطار الكبير " . وخلال أشهر معدودة اتصلت به شركة خبز مشهورة بشأن القيام بحملة إعلانية .

- ٨ -

قال عالم الفلك كارل ساجان ، " لن يوجد فى كل تاريخ البشرية إلا جيل واحد يكون الأول فى أن يستكشف المنظومة الشمسية ، جيل واحد رأى وهو فى طفولته أن الكواكب مجرد أقراص بعيدة غير واضحة تتحرك خلال سماء الليل ، أما بالنسبة له عندما تقدم به العمر فقد أصبحت الكواكب أماكن بعينها ، عوالم جديدة شتى يجرى استكشافها " ، بحلول بداية ١٩٩٩ جرت القفزات هائلة بحيث أصبحنا نعرف بالفعل ما يقرب من خمسة عشر كوكبا خارج المجموعة الشمسية ، وكان مارسى وبتلر قد اكتشفا اثنى عشر كوكبا منها . وكان اكتشافهما للكوكب الخامس عشر على نحو مريك مثلما حدث مع الكوكب الأول : كان هذا هو الكوكب الأقرب – فهو يبتعد بمسافة ضئيلة تبلغ لا غير خمس عشرة سنة ضوئية . ويدور حول نجم قزم أحمر يسمى جليز ٨٧٦ ، حجمه يبلغ فقط ثلث حجم شمسنا ، والأقزام الحمراء نجوم أكثر شيوعا بكثير عن شمسنا ، وحياتها أطول كثيراً ؛ ووجود كوكب يدور حول قزم أحمر يعطى دليلاً قويًا على أن الكواكب تتشكل بسهولة أكبر كثيراً مما اعتقدناه لزمن طويل ، بل وهى حتى أكثر عددا مما اعتقدناه زمنًا طويلاً . ويقول دوجلاس لين من جامعة كاليفورنيا بسانت كروز فى ملاحظة عن ذلك : " تبدو الكواكب وكأنها موجودة فى كل مكان وزمان ، كما أن المنظومات الكوكبية شديدة التنوع " .

طرحت الكواكب خارج المنظومة الشمسية ألغازا ضخمة تتحدى المنظرين ، وكان أكثر تساؤل لهم هو عن الطريقة التى أصبحت بها هذه الكواكب فى مثل هذه المدارات الغريبة – هل دُفعت إليها بواسطة اصطدامات جائحة ، أو أن هذه الكواكب هى كواكب وليدة تحيط بها دوامات سحب من الغبار والكويكبات القاتلة ؟ انحاز لين هو والمنظر اليابانى شيجرو إيدا لنظرية الاصطدام ، مختارين نظرية غامضة طرحها عالم روسى متطرف فى آرائه ، هو إيمانويل فليكوفسكى الذى اقترح النظرية فى كتاب له سنة ١٩٥٠ اسمه " عوالم تصطدم " .

ما لبث المنظرون أن شاركوا فى الجدل حول دلالات الأمر . ومن جانبهما كان مارسي وبتلر يفكران أحيانا فيما يوجد بهذه العمالقة الغازية من تجديد واسع المدى فى مجالات الجيولوجيا والكيمياء ، ولم يكفا أبدا عن التفكير فى وجود حياة على هذه الكواكب حتى وإن كانت عمالقة غازية ، فقد يكون الماء فيها محتبسا فى بعض طبقة من جوها . وأدت أبحاثهما إلى أن يلقى زملاؤهما نظرة ثانية على جيرتنا نحن أنفسنا . كان ما نعرفه هو أن هذه الأماكن كانت ذات يوم بلا أى حياة – فندوب القمر أو المريخ أو عطارد تشهد على وقوع اصطدامات وانفجارات بعنف لا يمكن تصوره . وقمرنا فى الأرجح قد قُذف به خارج الأرض فى جائحة عنيفه نشأت عن اصطدام لا يُصدق . وكما يقول لين فإنه يبدو على النطاق الأوسع ، أن منظومتنا الشمسية " ربما تكون حدثا نادرا جدا ، فنحن آمنون ، ولكننا آمنون بالكاد " .

حتى تتابع ناسا أبحاث الكواكب خارج المنظومة الشمسية أطلقت جيلا جديدا بأكمله من مجساتها ، أنشأته على مبادئ ما هو أفضل وأرخص وأسرع التى كان مارسى رائدا لها ، وانطلقت هذه المجسات لتفتح أبواب عصر جديد لاستكشاف الكواكب خارج المنظومة الشمسية . وهناك بعثة للقياس الفضائى بالتداخل (*) سوف تستخدم مستشعرات معقدة للتداخل الموجى تسمى على نحو مناسب بأجهزة القياس بالتداخل ، وهى تحجب ضوء النجوم وتتيح رؤية الكواكب فى صورة ظلية (سيلويت) ، بينما يلتقط (الباحث عن الكواكب شبه الأرضية) "صورا عائلية " لمنظومات الكواكب وأجوائها . ويتنبأ دان جولدين من ناسا بأننا " سوف نتمكن من رؤية أول كوكب أزرق يشبه الأرض خلال ما يقرب من عشر سنوات . وسوف أبكى عندما أراه " .

عندما تأسس مرصد مونت ويلسون فى ١٩٠٤ ، كان ذلك افتتاحا ليس فقط لعلم فلك جديد ، وإنما أيضا لمنهج جديد لأداء علم الفلك . وكنتيجة لأزمة جيف مارسى الشخصية كباحث شاب فوق مونت ويلسون أدى ذلك ، ليس فقط لعلم فلك جديد – بنظريات عجيبة جديدة عن تشكيل الكواكب – وإنما أدى أيضا إلى منهج جديد فى أداء علم الفلك . وأول كل شىء أنه علم فلك لأناس ودودين يعملون فى فرق لها مناهج

(*) علم القياس بالتداخل علم يطبق ظاهرة التداخل الضوئى فى قياس الأطوال الموجية والمسافات القصيرة جدا والأطوال بصفة عامة (المترجم) .

علوم بينية . وهو علم فلك رخيص التكلفة ، بمثل ما بينه للعالم مجسا "مستكشف المريخ" و " الباحث عن الدرب " في المريخ ، حيث أوضحا للعالم الطريقة التي يمكن بها للمجسات أن تفتح مغاليق الكون باستخدام برامج من أساسيات الفيديو والكمبيوتر والألكترونيات . إنه جهد فريق ، الأمر الذي كان لا وجود له في النظام الاجتماعي القديم المتصلب في مونت ويلسون . ويمكن أن يشهد لنا بذلك كيفن آبس ويتلر وديبرا فيشر ، ويخمن آبس أن السبب في أن مارسي يعثر على كواكب كثيرة هكذا بينما ظل الفلكيان السويسريان مايور وكويلوز وهما الأفضل تمويـلا متوقفين عند اكتشاف كوكب واحد ، هو أن مارسي ببساطة بالغة كان أكثر ودا للأفراد الأقل منه بالقياس المهني . وقد تعود مارسي على تدريب فرق البيسبول صغيرة السن وإن لم يكن لديه أي أطفال . وهو يقول ، " اعتدت أن أسأل الصبية ، ما هو المركز الذي ترغب أن تلعب فيه ؟ فكان المدرب الآخر يظن أني مجنون " .

كيف حدث أن مدرسا مغمورا نسبيا قد صاغ الطريقة للعثور على الكواكب البعيدة ؟ كيف حدث أن فرقا تمويلها أفضل كثيرا لم تجد إلا كواكب أقل كثيرا ؟ ويثبت في النهاية أن السبب هو انطلاق مارسي مذعورا وراء هدفه الأمر الذي حدث ذات يوم تحت الدش، مصحوبا بدافع لا يصدق لمواصلة القيام بالأبحاث في كل ليلة بعد أقصى إنهاك من التدريس ، مع وجود قدر كبير من الحظ . عقدت الجمعية الأمريكية لتقدم العلم اجتماعا في أناهيم عام ١٩٩٩ ، خاطب فيه " العم " آلان سانديج ، أبو علم الفلك في القرن العشرين ، بول بتلر قائلا ، " قد رأيتك في التليفزيون ، أود فقط أن أقول لك أن ما تفعله عظيم " . وبدا وكأن بتلر يعترض ، وقال له محرر في دار نشر مطبعة جامعة هارفارد مستفزا إياه " أريدك أن تؤلف كتابا . هلا توقفت عندنا عندما تكون في كمبردج . نحن عبر الشارع مباشرة من مركز هارفارد – سميثسونيان للفيزياء الفلكية " .

كانت هذه لحظة للاستمتاع ، إلا أن الوقت لم يكن يتسع لذلك . فقد كان على بتلر أن ينطلق وكأنه في سباق ليذهب من مؤتمره إلى كمبردج ثم من هناك إلى نيويورك . كانوا يعملون على ما هو أكبر . وفي خلال شهور معدودة أعلنوا عن أخبار كانت حتى أكثر إذهالا . فقد وجدوا أول منظومة خارج المنظومة الشمسية فيها كواكب متعددة تدور حول نجم إبسيلون أندروميدا (المرأة المسلسلة) ، وهذا نجم يشبه الشمس على بعد

ما يقرب من أربع وأربعين سنة ضوئية . أُعلن هذا الاكتشاف بالمشاركة مع منافسهم السابق مركز هارفارد – سميثسونيان للفيزياء الفلكية ، ويطرح هذا الاكتشاف أن "مجرتنا درب التبانة تعج بالمنظومات الكوكبية" ، كما قالت ديبرا فيشر على الصفحة الأولى من "النيويورك تايمز" .

وأخذ الزخم يتزايد حتى بعد أن ترك مارسي وظيفة ولاية سان فرنسيسكو إلى منصب بجامعة كاليفورنيا فى بيركلى . وظهر فى نوفمبر ١٩٩٩ إعلانان آخران عن أخبار أكثر أهمية . أحدهما هو أنه تم لأول مرة رصد مباشر لكوكب خارج المجموعة الشمسية ، فى كوكبة بيجاسوس عندما عتّم هذا الكوكب على ضوء أحد النجوم أثناء مروره من أمامه . والثانى هو الإعلان عن ستة كواكب أخرى حول نجوم أخرى ، بما يجعل العدد الإجمالى للكواكب خارج المنظومة الشمسية يصل إلى رقم هائل هو ثمانية وعشرين . وكما أعلن ستيف فوجت (كان أحد الكواكب قد وُصف فى ورقة بحث كتبتها الفلكية نونالين بالفريق السويسرى) ، فإن خمسة من الكواكب الجديدة تقع فى مناطق حول نجومها هى مناطق تصلح للسكنى – حيث يمكن أن يوجد ماء سائل ، وربما يمكن أيضا أن توجد حياة ، تكون فى الغالب المرجح فوق أقمار هذه الكواكب .

هكذا ظلوا مندفعين فى عملهم . تعهد مارسى وبتلر بالعثور على كواكب مشابهة لزحل خلال السنوات القليلة المقبلة ، وأن يكونا أول من يعثر على كوكب من نوع الأرض . لم يكن جيف مارسى يستطيع أن يفعل ذلك وحده ، ولم يكن بول بتلر يستطيع أن يفعل ذلك وحده . وما كانا ليستطيعا أداء هذه الطريقة من البحث إلا وهما معًا . ولكن ماذا عن العوالم التى نتجت عنها هذه النظريات ؟ يقول فوجت ، "أحيانا ونحن فى منتصف الليل يحدث لا غير أن ينظر أحدنا للآخر ليقول ، لا أستطيع أن أصدق أننا نفعل هذا" .

بولى ماتزينجر
وعلم المناعة التطورية

أقول هيا نعيش ، هيا نعيش ، بسبب

الشمس ، والحلم ، والهبة المثـــيرة

– آن سكستون – " هيا نعيش ".

- ١ -

عندما أخذت بولى ماتزينجر فى التفكير فى نظريتها التى سوف تتحدى ما يقرب من نصف قرن من المذهب السائد فى علم المناعة ، كانت وقتها تأخذ حماما . كان تفكيرها مشغولا بمشكلة ، وهى تفكر أفضل ما يكون وهى فى الحمام . فالحمام هو المكان الذى تستعرض فيه أوراق البحث لمجلتى "ساينس " و " نيتشر " ، وكذلك أيضا لبعض مجلات مجالها العلمى . وقد كتبت أثناء انغمارها بالماء وبخاره أوراق البحث والأطروحات التى أثارت العواصف بين زملائها ، فدفء المياه ، ورائحة زيت البشرة وطقوسها للاستقرار فى الحمام تجعلها تحس بالسكون والهدوء والتركيز . وقد قال أينشتين وهو يجيب عن سؤال عن طريقة كشفه عن سر النسبية أن ما كان يحتاجه هو السكون والخيال . وأضاف أن الخيال أكثر أهمية من المعرفة .

وماتزينجر رشيقة ، صغيرة الحجم ، قصيرة الشعر ، وهى تشغل منصب رئيسة معمل فى المعاهد القومية للصحة فى بيثسدا بولاية ماريلاند سنة ١٩٩١. كانت قد عملت فى تدريب كلاب للرعى أصلها من منطقة فى أسكتلندا على حدود إنجلترا

لتدخل فى مسابقات كلاب الرعى فى أنحاء البلاد كلها . ولم تعمل بالعلم إلا فى فترة متأخرة من حياتها ، أكثر تأخرا من معظم زملائها ، فتناولت العلم من زاوية مختلفة . وكتبت فيه وهى تركّب وتلخص، وكثيرا ما ألقت أحاديث على غير العلماء . ولم تكن تحب التكنولوجيا والكمبيوترات . ولم تكن تحب أى حكمة تقليدية .

عندما كانت ماتزينجر تأخذ حمامها فى ١٩٩٣ ، كان بعض الخبراء يتنبّأون بأن علم المناعة الجزيئية على وشك أن يتوصل بنجاح إلى عصر جديد من إطالة العمر إلى حد غير متخيل ، عصر يؤدى فيه ما يصنعه الإنسان من قلوب وأكباد وأذرع وسيقان إلى إطالة الحياة طولا لا حد له تقريبا، وهذا الإنجاز الناجح سيدعمه " تجميع رائع للأبحاث الأساسية فى بعض التخصصات التى كانت يوما منفصلة " ، حسب ما يقوله الكاتب العلمى بويس رينزبرجر ، بحيث يشمل ذلك البيولوجيا الجزيئية والتطورية والعلاج الجينى . ويكتب رينزبرجر نداء تردد صداه فى المقالات والتليفزيون ، يقول فيه ، "إننا نحوى فى داخلنا خلود الكائنات وحيدة الخلية " .

والمشكلة هى أن الجسم البشرى لا يسهُل تصميم اتجاهاته على مثال ما يزعمه الحالمون بالرؤى ، وكأنها تصميم لحركات الباليه . والعقبة الرئيسية هى الجهاز المناعى نفسه – تلك الخلايا الكثيرة التى تحمينا فى كل يوم من المرض والموت . أحيانا يتحول الجهاز المناعى ضد الجسم – وذلك فى أمراض المناعة الذاتية مثل التصلب المتعدد (*) والتهاب المفاصل الروماتويدى ، والنوع أ من السكرى (**) ، وداء الذئبة (***) وفى أحيان أخرى يرفض الجهاز المناعى ما يُزرع فيه من أعضاء متوافقة ، إلا إذا صحب زرعها إعطاء جرعات كبيرة من الأدوية المثبطة للمناعة وهى أدوية تُضعف الشخص نفسه الذى يُقصد منها أن تفيده ، ومما يثير حيرة أكبر ، أن الجهاز المناعى كثيرا ما يحدث ألا يتعرف على الأورام السرطانية إلا بعد فوات الأوان تماما . وعلى الرغم

(*) التصلب المتعدد تصلب ينتشر تدريجيا فى خلايا الجهاز العصبى وينتهى بعد سنوات بالعجز والموت . (المترجم)

(**) النوع أ الأول من السكرى يصيب الأطفال عادة ويحتاج للعلاج بالأنسولين . (المترجم)

(***) داء الذئبة مرض مزمن يصيب تدريجيا أجهزة عديدة من الجسم كالمفاصل والعضلات والكلى مع ظهور طفح جلدى على الوجه يشوهه وكأنه وجه ذئب . (المترجم)

من كل ما يقال عن إمكانات ظهور عصر جديد من الطب ، فإن تحدى مشكلة المناعة المعقدة يجعل الحديث عن الخلود أمرا سابقا لأوانه بعض الشيء .

فى ١٩٩٣ كان معظم علماء المناعة يطبقون تكنولوجيات بيولوجيا الخلية ، والتحليل بالكمبيوتر ، واستنسال (*) الجين والبكتريا ، وأساسيات الذكاء الاصطناعى، يطبقون كل هذا للإجابة عن الأسئلة التى تدور حول ما يجعل الجسم يهاجم الغزو بالعدوى، والسبب فى ذلك . كان معروفا أنه عندما يدخل عامل أجنبى للجسد – فيروس أو بكتريا أو كبد مزروع – فإنه يُهاجم بعنف من خلايا دم خاصة تنشأ من نخاع العظام ، لتلتهم غزاة الجسم . وتقول نظرية علماء المناعة أن الجسد يتعلم بعد سن الرضاعة بزمن قصير أن يتقبل ما يدركه على أنه الذات وأن يهاجم العناصر التى يدرك أنها غير الذات . ونموذج الذات/ غير الذات قد طرحه ماكفرلان بيرنت فى أوائل أربعينيات القرن العشرين وأكده أثناء جائحة الحرب العالمية الثانية طبيب مهذب بريطانى من أصل عربى ، هو بيتر ميداوار ، الذى درس رفض الجسم لرقع الجلد المزروعة ، عمل ميداوار على المقاتلين المصابين بجروح شديدة ، وأخذ يراقبهم محبطا بينما جهاز المناعة فى أجسادهم نفسها يحارب ضد الرقع والأعضاء البديلة الصناعية التى يقصد بها إفادة الضحيــة . وبعد نهاية الحرب كان يبدو أن تجارب ميداوار على الفئران المستولدة داخليا تثبت نموذج الذات/ غير الذات . وكنتيجة لأبحاثهما تشارك هو وبيرنت فى جائزة نوبل ١٩٦٠ .

سعى الباحثون فى السنوات التالية لذلك لأن يستوعبوا ويتحكموا فيما هو معقد من الإشارات والإشارات المضادة التى تنشط جهاز المناعة وتوجه مساره على المستوى الجزيئى . على أنه مع تزايد الأبحاث دقة أصبحت الصورة غائمة بأكثر . فكان الجسم فى بعض الحالات لا يهاجم ما يبدو أنه غير الذات ، كما بالنسبة لخلايا السرطان ، وفى حالات أخرى يهاجم الجسم الذات ، كما فى أمراض المناعة الذاتية. ما الذى يقدح بالضبط زناد خلايا المناعة ، ومتى يحدث ذلك ، ولماذا ؟ يحتاج الباحثون للإجابة

(*) فضلنا كلمة استنسال لترجمة cloning بدلا من كلمة استنساخ المشهورة إعلاميا والتى تعد ترجمة لكلمة Transcription فى الوراثيات ، واستنسال أقرها المعجم الطبى الموحد (المترجم) .

عن هذه الأسئلة قبل أن يتمكنوا من البدء فى فهم الطريقة التى يمكن بها تشغيل أو إيقاف جهاز المناعة . وكان من المتفق عليه أن هذه الأسئلة هى التحديات الكبيرة فى علم المناعة فى أواخر القرن العشرين ، ولكن هذه الأسئلة لم تكن ما يدور حوله تفكير ماتزينجر فى حمامها .

وبدلا من ذلك كان من الواضح لها ، ولقلة من أفراد آخرين ، أن نظرية الذات/ غيرالذات لا تفسر أمورا كثيرة مما يجرى فى المعمل وفى الحياة . وهى بخلاف زملائها الذين كانت أبحاثهم تعبث هنا وهناك على هوامش نموذج الذات / غيرالذات ، تحس أن هناك حاجة حيوية لنموذج جديد بالكلية ، وأن يكون مكان البحث عن ذلك ليس فحسب فى البيانات – وإنما فى إدراك الباحثين أنفسهم .

كان التحدى هائلا . وأصبحت الطريقة التى يعمل بها جهاز المناعة بالضبط لغزا تنشغل به مئات المعامل فى أرجاء العالم حيث كانت تُنفق بلايين الدولارات ؛ فهذا عمل من نوع الأعمال المالية الكبيرة ، وإذ اهتز العالم لإجراء أول عمليات لزرع القلب ، إلا أنه رأى بعدها الجهاز المناعى وهو يسبب فشل معجزات الجراحين . كان " يلزم " فتح مغاليق هذا الجهاز ، ولو استطعنا ذلك ، سيكون كل شيء ممكنا . كانت هندسة الأنسجة التى استخدمت بالفعل فى مساعدة الرياضيين ، تطرح أن هناك إمكانا لأن يحدث ذات يوم إحلال لأكبادنا ، ورئاتنا ، وقلوبنا باستخدام أعضاء اصطناعية ، بما يَعدُ بأن تمتد حياتنا لقرنين أو أكثر . على أنه كما كان الأمر بالنسبة للجينوم، فإن علماء المناعة حتى يحققوا هذه الرؤى ، كانوا فى حاجة للصورة الأكبر، أى صورة الجهاز بأكمله ، الجهاز ككل ، فعلم المناعة علم كلى ، بمنظومات معقدة ، بمنهج للعلوم البينية ، ومن نوع يثبط الهمم لأقصى حد ، وهو يصنع عقبة هائلة تجابه طب الألفية الجديدة . وكما قال أحد الباحثين ، " كنا نرى المستقبل ، ولكن أحدا لم يكن يعرف كيف نجعله يحدث " .

عملت ماتزينجر كرئيسة لقسم ذاكرة وتحمل خلايا (تى) فى المعاهد القومية للصحة ، وكانت تشارك بصفتها هذه فى المناقشات ، وهى مشغولة طول الوقت بالتفكير فى مشكلة أكثر عمقا وتأسسا ترى أنها موجودة فى النموذج بأسره . فنموذج الذات / غير الذات لا يمكن أن يفسر أمورا أساسية كثيرة – مثل السبب فى أن الأم لا ترفض ثديها

المرضع ، أو السبب فى أن جسم الفرد فى سن العشريات لا يرفض ذاته أثناء البلوغ . فالجسد يتغير دائما ، وكثيرا ما يكون تغيره جذريا . وكانت تقول لطلبتها ، إذا كانت مرحلة البلوغ تبدو شاقة فى الإنسان ، فماذا عن البلوغ عند الضفدعة ؟ ما الذى يمنع جهاز المناعة عند فرخ الضفدع (أبو ذنيبة) من التعرف على أرجله النامية أو خلاياه الحمراء الجديدة باعتبارها كلها غير ذاتية ؟ وضايقها كل الضيق أنه لم يكن هناك حتى غير قلة من زملائها يسلمون بأن هذا غير منطقى . فكان زملاؤها يعتقدون أن لديهم إجابات عن ذلك ، على أنها عرفت طبيبا شابا ، هو إفرايم فوكس ، مات أخوه بالسرطان ، فحفزها ذلك على أن تلتمس " منطقا " أعمق لجهاز المناعة . وقرآ معا بنهم ما يكتبه عن الإبداع العلمى مؤلفون مثل أرثر كستلر، وكارل بوبر ، وتوماس كون ، وهم يناقشون مشكلة الإمبراطور المختال بغير ملابس (*) كما تحدث فى مجالهم العلمى . وأخذا يدليان بحججهما حول ما قد يكونه النوع المعقول للجهاز المناعى لو كان تصميمه يتم بواسطة التطور .

ومع اتصاف ماتزينجر بأنها جذابة ومولعة بالجدل وحاذقة ، فإنها أيضا تعتز بأنها تتحدى المعطيات التى يشيع تقبلها ، ما دامت معطيات تتناقض مع فلسفة الأفكار الجيدة ، وقال البعض إن ما تفعله ماتزينجر فيه تفلسف أكثر مما ينبغى ، وليس فيه تجريب ولا نشر فى المجلات المهنية إلا بأقل مما ينبغى . وقال آخرون إنها تعيد إشعال التوهج فى طريقة تناول للعلم هى أسمى الطرائق على مر الزمن ، فتعمل على تركيب دراسات عديدة فى أفكار جديدة ، إنها ذات بيان مفصح وحاذقة وتتميز بأنها مختلفة ، وتجذب إليها الانتباه – كما حدث لها أولا فى سلسلة أحاديث بهيئة الإذاعة البريطانية، ثم فى مقالات بالمجلات النسائية ، ثم كمتحدث رئيسى فى الاشتباكات التى تدور فى المؤتمرات العلمية الكبرى فى أوروبا وأمريكا الجنوبية والشمالية .

وكان ما تفعله عندما تجذب إليها الانتباه ، يضرم النيران فى بعض زملائها . وكممثلة بارعة ، فقد تباهت بخروجها على الكثير من التقاليد فى مجالها . وذات مرة

(*) إشارة إلى قصة مشهورة عن محتالين خدعا إمبراطورا بأن أقنعاه أنهما سيحيكان له ملابس فاخرة لا يراها إلا الأذكياء، ومشى الإمبراطور عاريا ، وهو وكل رعيته لا يجرءون على القول بأنه عريان خشية اتهامهم بالغباء ، إلى أن صاح طفل بأن الإمبراطور يسير عاريا ، فانكشفت الحقيقة . (المترجم)

كتبت اسم كلب لها كمؤلف مشارك فى ورقة بحث بمجلة علمية . وشملت سيرتها المهنية قائمة وظائف فيها سنوات من عزف موسيقى الجاز على الباص والبيانو، العمل كنادلة ، العمل فى النجارة ، العمل فى كنيسة للمذهب العلمى (*) - وهى وظائف قلما يضمنها علماء آخرون فى سيرتهم . بل إنها سجلت وظيفتها السابقة كمضيفة (أرنبة) فى نوادى "البلاى بوى" فى قمة وثيقة سيرتها المهنية . كانت تقود سيارتها وعليها ملصق كُتب عليه " هيا نرتكب أعمالا طائشة طيبة " ، بينما يتجمع عليها مبلغ ٥٠٠ دولار فى السنة كغرامات انتظار فى الممنوع ، وكانت تعترف بأن " لدىّ مخ مثل الغربال " ولكنها تتحدى بعنف أى عدم اتساق فى أقوال المتحدثين فى المؤتمرات . وهى تعزف البيانو وتغنى مع أى مجموعة شعبية ، وترتدى جوارب طويلة وأحذية عالية الرقبة وتجوب بها قاعات المبنى فى بثيسدا ، وهى فوق كل شىء لا تؤمن بأنبياء العلم الذين يعدون بعصر جديد فى علم المناعة ، ولن تؤمن بهم إلا إذا أعادوا تقييم ما تراه فى هذا العلم من خطأ فى أساسه الفكرى .

عندما وثبت خارج ذلك الحمام فى ١٩٩٣ وجسمها يقطر بالماء " وأنا عارية تماما وأجرى من خلال بيتى " ، صارخة ، كانت قد توصلت إلى نموذج جديد فيه ما يهدد بأن يقلب رأسا على عقب كل ما فى مجالها العلمى ومستقبل البحث فيه . ولو صَحَّت فكرتها ، فسوف تؤدى إلى كل التحول فى علم المناعة . ولكن هل هى فكرة صحيحة ؟ أهى حقيقية ؟

هذه نقطة يمكن عندها أن يصبح حتى أقرب زملائها مصابين بالسكتة . ويعلق على ذلك رون شوارتز مديرها فى المعاهد القومية للصحة قائلا ، " ظل الناس لا يُرجعون لها أى فضل " ، أما بول ليمان الذى يعمل فى جامعة كيس وسترن رزيرف فيقول ، " إن بولى مثيرة للخلاف على نحو منعش ، إنها بالضبط ما ينبغى أن يكونه العالم - ليس حسب نص الكتاب ، وليس بالمنظومة والبنية ، إلا أنه كان عليها أحيانا أن تدفع ثمنا لذلك " . وفى أول الأمر لم يكن لديها إلا القليل مما قد يتوقعه المرء من المعطيات التجريبية ، ولكنها استطاعت أن تحفز عشرات المعامل على أن تجرب علم مناعة جديد . هل هى بشير

(*) مذهب دينى علمى يؤكد على الروح فى الكون المادى . (المترجم)

لنوع جديد من منهج للعلوم البينية ، أو أنها أسوأ مثل للطراز القديم من الهواة ؟ كان ما يدور حولها من شكاوى يشبه ما دار حول كريج فنتر أو سوزان جرينفيلد . إلا أن ماتزينجر صعّدت الأمر إلى مستوى جديد ، وذات يوم علّق على ذلك درو باردول أستاذ علم الأورام في جامعة جونز هوبكنز فقال لمجلة " إل " (هى) ، " بولى امرأة خطرة جدًا " .

- ٢ -

كثيرا ما يعمل التاريخ عن طريق الصدفة والخطأ ، ويتطلب الوصول إلى بذور الثورات أن نبحث عنها داخل أجنحة الأحداث الغامضة والصدف التافهة . ولدت بولى سيلين إيفلين ماتزينجر فى ١٩٤٧ ، نفس السنة التى اختبر فيها ميداوار نظرية الذات / غيرالذات ، وذلك فى يوم ٢١ يوليو فى لاسين بفرنسا ، وكان ميلادها لأب هولندى من محاربى المقاومة وأم فرنسية كانت فيما سبق راهبة . وكان أبوها قد اعتقل فى داخاو بسبب مساعدته لليهود ، وعمل بعدها فى وظائف غريبة لينفق على رسوماته وعلى تصميمات زوجته فى صنع الفخار . وانتقلت العائلة إلى أمستردام ، لتصل بعدها إلى الولايات المتحدة ، حيث لم يُسمح لماتزينجر ولا شقيقتها الأصغر بدخول المدرسة الابتدائية فى (لونج أيلاند) لأنهما لا تتكلمان الإنجليزية . وانتقل الأب بعدها بعائلته إلى الغرب ، ليستقر فى هوليود لأن مقاطعة لوس أنجلوس سمحت لأطفاله بدخول المدرسة .

وُضعت ماتزينجر وشقيقتها فى فصل دراسى يتأخر سنة عن عمرهما بسبب اللغة . وتملكها الإحساس بالضجر والوحدة ، ووجدت عزاء بعدها فى كلب للصيد عند أخيها اسمه تريكسى . وعندما بلغت الحادية عشرة ، ادخرت ماتزينجر بعض دولارات اكتسبتها من تنظيف محل للشموع لتدفع مصروفات تريكسى فى مدرسة تدريب . " قلت لهم إنى سأدفع لهم دولارا كل أسبوع . وأعارونى مقودًا وطوق عنق وعاملونى كما يعاملون بالغًا " .

وعند وصولها إلى السنوات النهائية فى المرحلة الابتدائية انتقل أبوها بالعائلة إلى واتس . حيث تعلمت الموسيقى من أول مُدرسة أخذتها مأخذا جديًا . وعندما وصلت للسنة

النهائية من المرحلة الثانوية ، انتقلت العائلة مرة أخرى إلى لاجونابيتش، حيث تملكها مرة أخرى الشعور بالعزلة ، وأخبرت ماتزينجر المشرف على توجيهها أنها تود ترك المدرسة . وأخذت تتغيب عن بعض الدروس لتدرس موادا فى معهد عال لصغار السن حيث حصلت على تقدير (أ) فى بعض المواد التى حضرتها ، كما أنها أيضًا رسبت فى مواد عديدة ليس فيها ما يلهمها . وصُنفت فى دفتر السنة الدراسية لسنتها النهائية بأنها " لن تنجح فى الغالب المرجح " .

واظبت ماتزينجر على تدريب كلبها وعلى الموسيقى وأجادت فيهما ، ولكنها لم تُجد غير ذلك إلا أقل القليل . والتحقت بمعهد صغير للموسيقى ، وبجامعة كاليفورنيا فى إرفين ، ولكنها تركتها قبل التخرج . وكما تقول فقد قررت " أن أى وظيفة تبعث على الملل ، ولذا لن أعمل إلا فى الوظائف التى تتيح لى أن أفعل ما أريده أثناء النهار " . وعملت وهى فى العشرينيات فى تنظيف القرميد مقابل سنتين لكل قطعة . وعملت فى كيِّ القمصان بعشرة سنتات للقميص . وكان عملها المفضل هو تدريب الكلاب ، وقد أحبته لما فيه من " تواصل بلا كلام ، مثل الزواج " . وكان لديها قدرة نادرة على الاستماع للحيوانات التى تعمل معها ، وتترك للحيوانات أن تذكر لها الطريقة التى تعلمها بها . كان باقى أفراد العائلة ذوى نزعة فنية ، ولكنها أحست بأنها هاوية بلا موهبة . وعملت وقتا محدودا كنادلة ونجّارة ، وتخلل ذلك عملا متقطعا فى عزف موسيقى الجاز على الباص فى حفلات النوادى (وكانت معجبة بتشارلز منجوس) ، ثم انتقلت إلى (بولدر) حيث أصبحت أرنبة مضيفة لنوع من ألعاب البلياردو فى نادى " البلاى بوى " بدنفر . وتقول عن ذلك " كان هذا عملاً رائعًا " . كانت تستمتع بالحديث إلى الناس ، وفى إمكانها أن تستمع بانتباه ، وأن تجعل الأعضاء يظنون أن الواحد منهم هو الشخص الوحيد فى الغرفة ، كما فعلت معى وهى تحكى لى حكايتها عندما انتهى بها الأمر إلى قيادة سيارة دورية شرطة ، وسط ليلة مثلجة ، وهى ترتدى زى عملها كأرنبة .

ذات ليلة شتاء انفجرت عجلة فى سيارتها الفولكس فاجن المتهالكة ، فأخذت تشير للسيارات لتركبها متطفلة فى جو بارد ثلجى على طول طريق ٩٥ ما بين الولايات لتصل إلى عملها . ووصلت متأخرة لتلاقى مخبر شرطة اسمه دفى ، كان ينتظرها لإعطائها درسا فى لعبة البلياردو ، وعندما شرحت له أن سيارتها أصابها عطب فى الطريق

الرئيسى ، عرض عليها إصلاحها . وعاد المخبر ببنطلونه المتأنق بعد ساعات قليلة ليخبرها بأن سيارتها جاهزة . وعندما شكرته أجزل شكر سكت إلى أن قال ، " حسن ، هلا صنعت لى جميلاً " . كان يريد استخدام سيارتها للذهاب إلى مهمة رقابة على " حفل مخدرات " . لم يكن مما تريده بأى حال أن تساعد فردا بشرطة المخدرات ، ولكنها أحست بأنها مدينة له . وقابلها بعد انتهاء عملها فى الثالثة صباحًا . كانت الريح تلسع بسياط المطر والجليد . وأحكمت من حولها معطفها البالى المصنوع فى تقليد زائف لجلد الفهد . وشرح لها كيف تستخدم أنوار سيارة الدورية وصفارة إنذارها . وقادت السيارة حتى قاربت الوصول إلى بيتها ، حيث لحق بها رجل شرطة من (بولدر) وسألها ، " هل هذه سيارتك ؟ " .

وراجعوا كمبيوترهم فى نقطة الشرطة وتبينوا أنه لا وجود لرقيب يدعى دفى . وتقول ماتزينجر وهى تتذكر ، " كان هناك العسكرى دفى الذى كان يعمل فى قوة شرطة بالغة الصغر فى (جرين ماونتين فاليز) . ولكنه فصل من سنتين سابقتين " . وقد فر العسكرى دفى بسيارة دورية . عندما سمعت ذلك اعتقدت أنها قد فقدت سيارتها الفولكس فاجن ، ولكنه أعادها إليها فى اليوم التالى ، وظل يصر على أنه مخبر .

اتخذت ماتزينجر طريقها لتنتقل من بولدر إلى ديفز بولاية كاليفورنيا ، لتعمل فى النهاية كنادلة فى حانة تسمى (حانة السيد ب) كانت تحب الثرثرة مع عميلين منتظمين ، أحدهما عالم فى سلوك الحيوانات بجامعة كاليفورنيا اسمه روبرت شواب . لو كانت ماتزينجر لا تفهم إلا شيئا واحدا سيكون هذا الشىء هو سلوك الحيوانات . وعندما سمعتهما مصادفة يتحدثان عن الحيوانات التى تمثل من باب الخداع ، قاطعتهما قائلة إنها لم تفهم أبدا السبب فى أن الراكون (*) لا يمثل شخصية الظربان الأمريكى (**) ليخيف المفترسين فيبتعدوا . ورفع شواب عينيه إليها وسألها ، " ما الذى جعلك تفكرين فى ذلك ؟ " .

وأخذ شواب يتحدث إليها بعدها بانتظام ، ويحضر لها مقالات من مجلة " ساينس " و " نيتشر " و " سيانتيفيك أمريكان " . وشجعها على إنهاء شهادة تخرجها وأن تتخذ العلم مهنة لها . بل إنه ساعدها حتى فى ملأ طلبات الالتحاق . وتقول متذكرة فى تسجيل

(*) الراكون حيوان ثديى لاحم بأمريكا الشمالية . (المترجم)

(**) حيوان ثديى لاحم كريه الرائحة . (المترجم)

وثائقى لهيئة الإذاعة البريطانية ، " أعطانى حياتى ، ولم أشكره قط . وعندما نشرت نموذجى عن نظرية الخطر أردت أن أرسله له ، ولكنى لم أكن أعتقد أنه نموذج جيد بما يكفى ، فأردت أن أعمل عليه زمنا أطول " . وبعدها بأسابيع معدودة ، حلت به المنية .

- ٣ -

بدا فى ١٩٥٤ أن براهين ميداوار على نظرية الذات / غير الذات هى معا براهين ممتازة وبسيطة . وبيّن ميداوار أنه فى حين أن الفأر البالغ لا يتقبل الترقيع بجلد غريب من فئران بالغة أخرى ، فإن الفأر حديث الولادة يتقبل فى النهاية الرقع من هذا النوع . واستنتج أن جهاز الجسم المناعى يتقبل " كذاتى " أىَ خلايا يلقاها مبكرا فى الحياة ، بينما يرفض " كغير ذاتى " أى خلايا من هذا النوع يلقاها متأخرًا فى الحياة . وبدا نموذجه بالغ الوضوح والحتم ، ومنطقه بالغ المعقولية بحيث لا يمكن الطعن فيه . ثم مضى مداوار فى ممارسة بعض مجالات مهنية أخرى يكتب فيها عن سوسيولجية البحث العلمى ، ويؤلف كتبا مثل " نصائح للعالم الشاب " و " فن ما يقبل الحل " .

بدأت بولى ماتزينجر أبحاثها فى جامعة كاليفورنيا بسان دييجو بدراسة الحياة الجنسية لذباب الفاكهة ، ولكنها عندما تعرضت لضغوط للإجابة عن أسئلة امتحان شفوى ، أبدت أول أفكارها العلمية الإبداعية . وتقول متذكرة ، " كان الامتحان فى علم المناعة ، وعندما ينحدر المرء من عائلة من الفنانين، ولا يكون مبدعا ، ثم يجد مجالا يمكنه الإبداع فيه ، فإنه يحول طريقه له " . وبإشراف من عالمين مبرزين فى المناعة هما ميل كون وريتشارد دتون ، استخدمت قدرتها فى التواصل مع الحيوانات لتستمع ، وتناقش ، وتجمّع التراكيب فى دراسة الجهاز المناعى.

أحست بولى ماتزينجر منذ أول أمرها كطالبة بحث أنها تضيق بنظرية الذات / غير الذات . بل وحتى ميداوار نفسه رأى فى وقت مبكر ، هو ١٩٥٤ ، أن النظرية لا يمكنها أن تفسر أشياء بسيطة مثل السبب فى أن الجهاز المناعى للمرأة الحامل لا يهاجم جنينها هى نفسها . الجنين غريب عليها ؛ لماذا لا يُحدث ذلك رد فعل فى خلايا الجسم المناعية ؟ ورأى ميداوار أنه لابد من وجود بعض جانب شاذ فى بيولوجيا المرأة ، وليس فى نظريته .

واعتبرت ماتزينجر رأيه هذا رد فعل ذكورى نمطى . ولنظرية الذات / غيرالذات مشاكل أكبر . فهى لا تفسر ظواهر مثل أمراض المناعة الذاتية ، عندما يتحول الجسم ليهاجم نفسه ، ولا تفسر ما يحدث فى السرطان عندما يفشل الجسد فى مهاجمة الأورام الأجنبية عليه . وهى لا تفسر كيف تنشأ لدينا قدرات جديدة على التحمل مع زيادة سننا . وإذا كان الجسد فى تغير دائم ، فمن غير المعقول أن يظل الجهاز المناعى بعد سن الرضاعة ، هو دائما نفس ما هو عليه .

وفجأة أصبح هناك تحدٍ هائل لعلم المناعة فى سبعينيات القرن العشرين . كانت هذه سنوات الاندفاع إلى أول العمليات لزرع القلوب . وأبهرت إنجازاتها العالم ولكنها كانت تنتهى دائما بموت مخز عندما يرفض الجسم نفسه تدريجيا العضو الذى ينقذ حياته ، أو أنه لا يتقبله إلا مع تلقى جرعات ضخمة من الدواء تثبط الجهاز المناعى . وبدا هذا كأمر فيه شذوذ وحشى : فجسد المريض يهاجم العضو الذى زرعه الجراح ببراعة رائعة لينقذ هذا الجسد .

وبدا أن المشكلة هى أن الجهاز المناعى لدى كل شخص يختلف اختلافا هينا عما لدى الآخر . فكل واحد منا تنشأ لديه مناعات مختلفة التُقطت من الأمراض المختلفة التى تصيبنا ، بالإضافة إلى ما نرثه من الوالدين من مجموعات مختلفة من المناعات . وحسب الاستدلال المنطقى وقتها فإنه عندما يُمنح المريض من الواهب قلبًا أو كبدًا ، لا يستطيع الجهاز المناعى للمريض نفسه أن يتعرف عليه كعضو " ذاتى " لأن جينات هذا العضو تختلف عن جينات المريض ، وعندها يلجأ جهاز المريض للهجوم .

حدثت فى السنوات التالية أوجه تقدم عديدة فى البيولوجيا الجزيئية ، أخذت تجعل فى الإمكان فهم ما يحدث فى الخلية على مستوى الجزيئات ، بما أماط اللثام عن الطريقة التى يتعرف بها الجسم على غير الذاتى فى النموذج المناعى . وأخذت تتفتح مغاليق الطرائق التى تدرك بها الخلية ، وترسل الإشارات ، وتعيش ، وتموت . كان معروفا من قبل أن أهم مرسل للإشارات فى الجهاز المناعى هو خلية تى (T) الليمفاوية المساعدة وهذه خلية دم بيضاء تثير الفعل فى خلايا أخرى . وتتعرف خلية تى على أحد الغزاة بواسطة أنتيجيناته (مستضداته) ، أى الجزيئات المعروضة على سطح الكائن الأجنبى .

وعندما تفعل خلايا (تى) ذلك فإنها تأخذ فى التكاثر وتجعل جيشا من خلايا ب B يتكاثر أيضًا (وخلايا ب تنتج أجساما مضادة من بين أشياء أخرى تفعلها) . كيف يحدث هذا كله ؟ وتبين فى النهاية أن الأمر ليس بالبساطة التى تصورها ميداوار .

عمل ميل كون فى معهد سولك فى لاجولا بولاية كاليفورنيا ، وكان يرأس الأبحاث على إشارات الجهاز المناعى . أما الباحث الأسترالى كيفن لافيرنى ، الذى سيصبح فيما بعد أحد مؤيدى ماتزينجر ، فكان يبحث عبر المحيط الميكانزمات المعقدة للخلايا البيضاء عارضة الأنتيجينات ، وتقوم هذه أولا بملاقاة الخلية أو الفيروس الغريبين . وتلتهم الواحد منهما وتهضمه ، ثم تنشط خلايا مناعية أخرى بأن " تعرض " البقايا عليها ، وكان السؤال هو ، ما الذى يقدح زناد الخلايا العارضة للأنتيجينات نفسها ؟

فى ١٩٧٦ دعا كون ماتزينجر أن تذهب مكانه إلى أهم مؤتمر عالمى لعلم المناعة ، وينعقد فى كل عقد أو ما يقرب فى معمل كولد سبرنج هاربور الجليل الذى يديره جيمس واطسون ، وقابلت فى آخر المؤتمر باحثًا شابا مشعثا من ييل اسمه تشارلز جينواى . وأصبحت وجينواى صديقين حميمين ، وكان جينواى ينحدر من أسرة عريقة فى المناعة .ففى ١٩١٧ استُدعى تيودور جد جينواى بواسطة جيش الولايات المتحدة ليشخص حالات جنود المشاة الذين يصيبهم المرض . وعاش جده زمنا كافيا ليميط اللثام عن سر الالتهاب الرئوى ثم مات هو نفسه به . وفى ثلاثينيات القرن العشرين أصبح والده ، تشارلز الكبير ، رائدا فى هذا المجال . أما جينواى الصغير فقد شارك لاحقا فى كتابة المرجع النهائى فى علم المناعة وترأس الجمعية القومية لعلم المناعة . كان جينواى عالما تقليديا ، بينما كانت ماتزينجر محدثة علم ، وكانت تتساءل عما إذا كانت فى يوم ما ستدعى بأى حال إلى الحديث فى مؤتمر مهم مثل مؤتمر كولد سبرنج هاربور .

بدا فى غزواتها للاجتماعات المهنية ، أن ما لديها من جاذبية يعد أمرا " مفيدًا وضارًا معًا " . فهى مع شهرتها كمضيفة أرنبة سابقًا تستطيع دائما أن تجعل كبار العلماء يتحدثون إليها ، كما كانت تقول . وإنما الأمر فحسب أنه كان من الصعب أن تجعلهم يتحدثون فى العلم . ومع اشتعالها حماسا فى مؤتمر كولد سبرنج هاربور ، فقد أخذت تنطلق محلقة . كان عليها قبل الحصول على درجة الدكتوراه أن تنشر أو تشارك فى تأليف أربع أوراق بحث فى مجلات رئيسية ، تتناول كلها مسألة ما يكونه

الميكانزم الذى يشغل الجهاز المناعى . وطرحت ماتزينجر نموذجا بدا أول الأمر أنه مما لا يرجح صحته ، ثم ثبت فى النهاية أنه صحيح تمامًا . ويعلق رون شوارتز بالمعاهد القومية للصحة قائلا ، " اتسمت محاجتها وهى فى أول تاريخها المهنى ، بما فيها من إبداع وما لها من أهمية " .

إلا أن ماتزينجر ارتكبت من أجل ورقة البحث الرابعة تصرفا كان من المحتمل أن يقضى على مستقبلها المهنى . فقد رفضت أن تكتبها بصيغة المبنى للمجهول المعتادة فى الأبحاث (كأن يُقال مثلا (" اتُخذت الخطوات ") كما أحست بأن الكتابة بضمير المتكلم (" اتخذتُ الخطوات ") فيها مغامرة أكثر مما ينبغى ، وهكذا اخترعت بدلا من ذلك مؤلفا مشاركا هو كلبها الأفغانى جالا دريبل ميركوود ، حتى يمكنها أن تكتب " نحن " . وعندما علمت مجلة " ذا جورنال أوف إكسبرمنتال إميونولوجى " (مجلة علم المناعة التجريبى) ، التى نشرت المقال باسم ماتزينجر وميركوود ، بأمر خديعتها هذه ثار سخطها . وحظرت عليها أن تنشر على صفحاتها .

وكنتيجة لأن ماتزينجر متحدثة ذات حمية ، وممثلة ، ومجادلة تتعدى الحدود عن عمد فإن هذا كله كان يضعها فى موقف بذاته له حدان . فهى فى الداخل من علم المناعة ولكنها لا تتبعه ، أو فى الداخل ومن الخارج مثل نيك كاراوى عند ف. سكوت فيتزجيرالد (*) .

- ٤ -

عادت ماتزينجر إلى أوروبا فى ١٩٧٩ لتجرى أبحاثها لما بعد الدكتوراه . وذهبت أولا إلى كمبردج حيث عملت كزميل عبر البحار من المعاهد القومية للصحة وأجرت أبحاثها مع عالم المناعة هرمان والدمان . ثم عملت فى منصب باحث بمعهد المناعة فى بازل . وبدا أن هذا وضع ملائم مهنيا ، ولكنه كان كارثة على النطاق الشخصى . فليس هناك مكان فى المجتمع السويسرى لامرأة عزباء مستقلة ، وليس هناك بالتأكيد مكان لها عندما تعلن عن نفسها أنها كانت فيما سبق مضيفة أرنبة فى نوادى (البلاى بوى) ، وتعزف موسيقى الجاز ، وتشرب ، وتتحدث بحرية وتركب دراجة بخارية من نوع (بى إم فى) .

(*) فرانسيس سكوت فيتزجيرالد (١٨٩٦ - ١٩٤٠) كاتب قصة أمريكى يعتبر من ممثلى " الجيل الضائع " . (المترجم)

داومت ماتزينجر على أن تثبت أنها تستطيع إجراء تجارب تبشر بالمستقبل ، وأخذت تنشر أوراق بحث فى مجلة " نيتشر " تدرس فيها دور الخلية الغصنية وغدة الثيموس فى رد الفعل المناعى ، توجد الخلايا الغصنية فى العقد الليمفاوية ، والطحال ، كما توجد بكميات صغيرة فى الدم ، وهى نشطة على وجه الخصوص فى تنبيه خلايا (تى) ، وأنجزت ماتزينجر بحثا رائدا على وظيفتها ، ويقول رون شوارتز ، الذى أشرف لاحقا على قسمها فى المعاهد القومية للصحة ، معلقا على هذا ، أنه مع ذلك فإن ' بولى لم تكن تقرأ كثيرا فى الأدبيات العلمية ، إنها تنزع إلى أن تكون ممن يعتمدون اعتمادا أكبر على الحدس ، كما أنها لا تكتب كثيرا بالتفصيل ' . إنها مخلوقة بأكثر للاجتماعات والمناقشات ، وقد أبقت شوارتز ذات مرة مستيقظا حتى الرابعة صباحا وهى تتناقش معه فى الليلة السابقة لإلقائه لحديث رئيسى ، إن العلم لديها يكاد يكون نوعا من التقاسيم على البحث العلمى ، مثل تقاسيم موسيقى الجاز . ويقول شوارتز ، " لا يلبث المرء أن يدرك عند نقطة معينة أنه لن يكسب ، وبالتالى فإنه يستسلم " .

مات كلبها الأفغانى الأثير فى سنتها الأخيرة فى سويسرا ، وانتابها اكتئاب شديد فقادت دراجتها البخارية فى وقت تجاوز منتصف الليل كثيرا . وهى ثملة ، وأخذت تذرع بها الشوارع الجانبية المرصوفة بمربعات الحجارة جيئة وذهابا . وفى ذلك الوقت اتصل بها شوارتز الذى أصبح لتوه رئيس قسم فى المعهد القومى الصحى للمناعة الخلوية والجزيئية ، وبهذا فإن فى إمكانه أن يشغل معه اثنين من الباحثين .

دعا شوارتز ماتزينجر لعمل ندوة فى ١٩٨٨ ، فى السنة نفسها التى طُلب منها أن تتحدث فيها بمؤتمر كولد سبرنج هاربور نفسه الذى كانت تتوق له منذ أكثر من عشر سنوات مضت ، كان شوارتز يريد شخصا يبث حديثه 'شرارة ثقافية' ويستطيع أن يشرف على العلماء الأصغر سنا . كانت تذهل مستمعيها . وظلت دائما العالمة المفضلة عند باحثى ما بعد الدكتوراه ، جاذبة إليها الشباب من أنحاء بعيدة تصل إلى تركيا والهند ، وخاصة الإناث منهم . وترك لها شوارتز أن تختار بين منصبين : أحدهما أقل راتبا مع فرصة للتثبيت بعد فترة اختبار ، والآخر أعلى راتبًا ولكنه أكثر مخاطرة . فهو لا يطرح فرصة تثبيت .

لم تكن ماتزينجر واثقة من أنها تود العودة إلى " بلد لا يعرف أنه يعيش فى العالم" ولكن الوقت كان قد حان للعودة . ذلك أن المعاهد القومية للصحة كانت فى ظرف سنوات معدودة ستجرى تغييرات عميقة تحت قيادة هارولد فارموس أحد الفائزين بجائزة نوبل . أسس الكونجرس فى ١٩٣٧ أكبر المعاهد القومية للصحة وأفضلها تمويلا ، وهو المعهد القومى للسرطان، ومنذ ذلك الوقت والمعاهد القومية للصحة تمثل النموذج الأساسى للأبحاث البيروقراطية الضخمة الممولة من الحكومة . ونادى فرانكلين روزفلت بأن استئصال المرض يعد مجهودا حربيا ، أما تحت قيادة فارموس فإن المعاهد القومية للصحة التزمت بدلا من ذلك بالعلم الأساسى الذى يتصف بالإبداع والفردية ، واتساع أفق التصور ، والمغامرة . اختارت ماتزينجر المنصب الثانى ، الأكثر مغامرة ، " فكرت أنى لو عجزت عن أن أفعل فى أربعة أعوام ما يجعل أحدهم يريدنى ، سأكون إذن ممن يجب أن ينتموا لمجال آخر " .

ولما كانت فى حاجة لأن تنال فرصة التثبيت فى منصبها ، فقد كان عليها أن ترسو لتسجيل أفكارها على الورق على نحو أكثر انتظاما . وكان عليها أن تجرى التجارب . وأخذ فريقها يعمل جنبا إلى جنب مع فريق شوارتز فى أول طابق من المبنى رقم ٤ الممتد فى بيثسدا – الأمر الذى يعطى فرصة وافرة للمشاركة فى الأفكار فى البهو المفتوح . وكانت مغرمة بكتابة أسئلة فلسفية بأقلام الزجاج فوق سبورة بيضاء بغرفة تناول الشاى فى المعمل ، تماما مثلما كانت تكتب لنفسها مذكرات فوق سبورة سوداء فى مطبخها بالبيت ، وكان ثمة باحث شاب لما بعد الدكتوراه يعمل مع شوارتز ، فى أجازة من تدريبه على الطب الإكلينيكى ، فأخذ يكتب الإجابات عن أسئلتها .

ولد إفرايم فوكس فى ١٩٦٠ ، وهو أسمر حاد الطبع ، نشأ فى واشنطن وقد عرف فى الرابعة عشرة أن أباه يعانى من سرطان القولون ، ثم عرف فى الخامسة عشرة أن أخاه الأكبر الموهوب مصاب بسرطان المخ . وقرر فوكس بعد وفاة أخيه أن يصبح الشخص الذى يشفِى من السرطان . وعندما وصل إلى المعاهد القومية للصحة فى ١٩٨٨ كان ما زال إلى حد كبير جديدا على هذا المجال . ووضعه شوارتز فى بحث للعمل على استنتاج طريقة لتخليق تحمل الجسم لأنتيجينات الأعضاء المزورعة . واقتصر الأمر على أنه ظل " يتخبط فيما حوله ولم يتقدم كثيرا عن نقطة البداية " . كانت ثورة البيولوجيا

الجزيئية تجتاح المعامل فى أنحاء القطر ، بينما تتجه اهتمامات شوارتز ناحية أجهزة الخلية أكثر مما تتجه إلى الأسئلة التى تدور عن الصورة الأكبر ، أسئلة يتطلبها الشفاء من الأمراض التى يتوق فوكس إلى متابعة البحث فيها . وعندما أصبح فى الإمكان استنسال جينات مستقبلات خلايا (تى) ، بدا وكأن الحل لمشاكل علم المناعة الجزيئية أصبح أخيرا فى متناول الباحثين ، واجه فوكس متاعبا ووجد عند ماتزينجر بابا مفتوحا له وروحا تزامله ، ويقول متذكرا ، " يكون على المرء عند التعامل مع الآخرين أن يطلب ميعادا حتى يراهم لا غير ، أما بولى فهى الأميل إلى أن تكون من العلماء الكلاسيكيين فى المناعة الخلوية ، وبالتالى كنت عندما ألقى لدى مشكلة فى تجاربى ، أجد أن من الأسهل لى أن أستشيرها " .

وكان لماتزينجر طريقة تناول أكثر تحررا فى انطلاقها ، الأمر الذى كان فيه إلهام له ، كما كان فيه أحيانا ما يثير انزعاجه ، " الأمر المذهل أن بولى تعمل على أساس من مبادئ بديهية . فهى تبدأ بأن تقول ، " لو كنت المبدعة لتصميم الجهاز المناعى ، كيف كنت أصممه ؟ " وكان هذا التناول الفلسفى الذى يقارب كثيرا التناول الأرسطى يجرى عكس أبحاث معظم المعامل الأخرى فى هذا المجال . وكما يقول فوكس ، " يعمل أفراد كثيرون على أن يولدوا فحسب أكبر قدر ممكن من البيانات وأن يستخلصوا المعلومات من هذه البيانات " . ويظل هو وماتزينجر يتحدثان ويتحدثان عن المشاكل فى مجالهما وعن طبيعة العلم بصفة عامة . وقرآ لتوماس كون عن النماذج الأساسية لفروع العلم ، ولآرثر كوستلر عن الإبداع ، وقرآ لكارل بوبر وتناقشا حوله ، ذلك المؤرخ فى مدرسة لندن للاقتصاد الذى يتناول قضايا من نوع التساؤل عما إذا كان الكون أساسا مفتوحا أو مغلقا ، حرا أو محتوما . وتتذكر ماتزينجر فتقول ، " كان إفرايم رجلا من النوع المحب للنقاش " ، وتعارضت مناقشاتهما الميتافيزيقية مع طريقة التناول التكنولوجى الكبير فى معظم العلم الحكومى . فهى مناقشات يندر أن تحدث فى أى معمل ، وفى أى وقت ، وكانا فى حاجة لأن يساند أحدهما الآخر فى مهاجمتهما للعقيدة المناعية .

منذ البداية وفوكس هو الذى أخذ يتحدى نظرية الذات / غير الذات . فعندما فكر فى أمر السرطان ، أدرك فى التو أن الجسم لا يسلك بالطريقة التى تتنبأ بها النظرية . فالأورام مما ينبغى أن يهاجمه الجسد لأن من الواضح أن لها من فوقها أنتيجيناتها

الغريبة عن الجسم . إلا أن الباحثين أنفقوا السنين وملايين الدولارات وهم يحاولون أن يجعلوا الجهاز المناعى يعمل ضد الأورام ، وكان هذا بلا جدوى . وحسب كلمات ماتزينجر نفسها ، فإنها حاولت لفترة أن تلعب دور " الجدة " الأكبر سنا وحكمة ، وهى تحاول أن تشرح له كيف يعمل هذا النظام ، ولكن فوكس لم يكن ليغير أفكاره . وحاجّ بأن نظرية الذات / غير الذات مستحيلة فلسفيا وفيزيقيا . فكان يقول ، " ألم يقل هيراقليط ، " أن المرء لا يمكنه أن يخوض النهر نفسه مرتين ؟ " الحقيقة هى أن الجسم يتغير تغيراً دائماً ، والأورام تحدث كل الوقت ، كما يحدث كل الوقت تغيرات جسدية كما فى البلوغ والطفرات ، ولكن الجهاز المناعى لا يهاجم ذلك " ، وقرأ فوكس ما كتبه الفيزيائى ريتشارد فينمان ليصف كيف أن العالِم عندما يقدم ما يراه اختراقا ناجحا يكون عليه أن يمتلك الشجاعة لأن يطرح أن الاستنتاجات السابقة قد تكون موغلة فى الخطأ . وأخذت ماتزينجر بالتدريج تكف عن الحديث وتستمع إليه فحسب . فالمعطيات السابقة ربما " تكون " خطأ . يقول فوكس ، " بولى ، علىّ أن أقر بأمر يرجع إليها أكبر فضل فيه ، وهو أنها كانت قادرة على تحدى بعض الأصنام المقدسة فى علم المناعة وهى تقول حسنا ، إن استدلالهم لابد أن يكون خطأ " .

ظل هناك قلة من باحثين آخرين فى أرجاء العالم يجدون المشاكل فيما يتعلق بالنموذج السائد ، كما يجدون نتائج غريبة وواعدة تناقضه . وكمثل كان هناك فى أستراليا باحث السرطان كيفن لافرتى فى معهد جون كيرتن للبحوث الطبية ، وقد وجد أن العضو الذى يُستنبت فى جو به نسبة عالية من الأوكسيجين لا يرفضه الجسم عند زرعه . لأن خلايا العضو الغصنية تكون قد ماتت ، وهذا أمر لا يفسره نموذج الذات/ غير الذات ، وهناك آخرون مثل جينواى ، كانوا يحفزون الجهاز المناعى للعمل ضد أمراض المناعة الذاتية بأن يجمعوا بين البكتريا والخلايا المريضة . ولكننا عندما نطرح أن نظرية سائدة تتطلب تعديلا فإن هذا أمر يختلف تماما عن أن نقترح إحلالا لهذه النظرية . فإن لم يكن السبب هو عامل " غير ذاتى " ، فما الذى يقدح إذن زناد الجهاز المناعى ليقوم بالهجوم ؟

جعلت ماتزينجر فوكس يقرأ لريتشارد دوكنز باحث الحيوان فى أوكسفورد ، الذى وسّع من نظرية داروين للتطور لتدخل فى مجالات جديدة كثيرة . وهو الذى سك لأول مرة

مصطلح " الميم" ليعبر عن لازمة ثقافية تشبه فى تكرارها اللازمة الموسيقية ، وتُمرر كثيرا فيما حولها مثلما يُمرر الجين الناجح ، وفى رأى دوكنز مثلما فى رأى قارئته النهمة ماتزينجر ، أن كل جانب من الحياة يتطور من أجل أن يتواصل على الدوام بوجود جينات النوع ، ويقول فوكس ، " ما إن تأخذ فى قراءة داروين ، حتى تجد أنه ما من سبيل للرجوع عنه " . إلا أن نظرية الذات / غير الذات تبدو عاجزة إلى حد رهيب فى ضوء الانتخاب الطبيعى . فهى كما يبدو تمنع جهاز المناعة البشرى من أن يتطور ليلتقط صنوفا للمناعة من بعض العوامل المرضية . وما فائدة أى جهاز مناعى إذا كان لا يستطيع أن يتخذ لنفسه صنوف مقاومة جديدة ؟ وقضيا الشهور وهما يفكران فى الأمر ويناقشانه . جلست ماتزينجر فى فناء كوخها الخلفى ، وهى تعمل على كمبيوتر الحِجر وتقذف الكرة ، وذهنها غائب ، إلى كلابها الرعوية . كانت ما تزال تُجرى بحثها الآخر على الأنتيجينات وذاكرة خلايا (تى) ، والحقيقة أنها كانت تنشر المقالات بمعدل جديد من مقالين أو ثلاثة فى كل سنة ، ولكنها ظلت تفكر فى الصورة الكبيرة .

وقررا أن الغالب المرجح فى عالمنا التطورى أن الجهاز المناعى لو كانت له توصيلات لمنع الخطر سيكون أكثر حساسية عما لو كان جهازا يُشغل لمهاجمة أى شىء أجنبى عليه . والمشكلة هى ما الذى يعين وجود خطر للجهاز المناعى ؟ إن كلمة "خطر" مجرد استعارة مجازية . وهى تشبه أداة لتدبير حبكة رواية أو فيلم ، وليس نظرية علمية . خطت ماتزينجر داخل حمامها عند هذه النقطة . وفكرت ، وهى ترقب تفجر الفقاعات ، حول ما يوجد من نوعين مختلفين لموت الخلية أخذ يكشف عنهما الباحثون فى الجزيئات – وأحدهما مبرمج ومفيد ، ويسمى الموت المبرمج ، والآخر مفاجئ وغير متوقع ، ويسمى النخر . ويحدث فى الموت المبرمج للخلية أن تظل محتوياتها داخل جدار الخلية ، أما فى الموت المفاجئ فإن المحتويات تنسكب للخارج . وأشرق فى ذهنها وهى ترقب تفجر فقاعات الصابون ، أن هذه المحتويات من الممكن أن تكون ما يرسل إشارة الخطر .

وَثبَت من حمامها ، وهى عارية ، والماء يقطر منها ، واندفعت تجرى خلال البيت وشعرها الطويل الكثيف مبلل متشابك . هذا هو الحل ! فالجهاز المناعى يستجيب للخطر الذى يرسل إشاراته الموت المفاجئ للخلايا . وهذا هو السبب فى أن الأعضاء المزروعة

يحدث رفضها – فالجراحة تسبب رضحًا شديدًا ، وتقتل خلايا كثيرة . وهذا هو السبب فى أن الأم لا ترفض جنينها ، وهذا هو السبب فى أن الأورام لا تقدح زناد أى استجابة – فلم يكن هناك أى تنخر عندما أخذت تنمو . يتذكر لافيرتى بعدها فى حديث وثائقى مع هيئة الإذاعة البريطانية قائلا ، " السبب فى أنى لم أدرك ذلك ، هو أنى كنت فى الحقيقة أضع غمامة فوق عينى . ينبغى أن يدرك الجميع أننا مقيدون بإطارنا الفكرى طول الوقت ، حتى وإن كنا لا نعرف ذلك " . الأمر غاية فى البساطة ، فما الذى يكونه أكثر عوامل الحفز فائدة فى التطور من أجل بقاء الكائن ؟ إنه الخطر ، الذى يرسل إشارته موت الخلايا .

على الرغم من انفعالها ، وكذلك فوكس عندما أخبرته ، فإن هذه الفكرة لم تكن ترقى إلى أن تكون من نوع الإلهام الذى تكشف لأرشميدس . هناك أفكار لدى أناس كثيرين . كانت ماتزينجر فى حاجة إلى ميكانزم يقدح الزناد ويخرجها من عالم الاستعارة المجازية ليدخل بها إلى العالم الواقعى . وكانت تعتقد أن مرسل الإشارة هو الخلية الغصنية ، التى كانت ماتزينجر تستكشف وظيفتها ، ولكنها لا تعرف كيف تميز هذه الخلية بين الخطر والأمان . وذات أصيل فى يوم سبت خرجت ماتزينجر إلى حقل مزرعة فى ماريلاند ، وهى ترقب كلبها الرعوى الأسكتلندى وهو يرعى الغنم . وعند لحظة معينة انطلق الكلب ليحمى الغنم عندما أخذت تثغو شاكية . لم يكن هناك شئ ظاهر . لعل صوتا مفاجئا أو ريحا واهية قد أخافت الغنم ، ولاحظت أن استجابة الكلب لم تكن إزاء حيوان يهدد الغنم ، وإنما كان يستجيب لإشارات من الغنم المرعوبة ، وأخذ ذهنها يعمل ، أدركت أن الثغاء أعطى إشارة بالخطر . ولعله يحدث فى الجسد أن الخلية الغصنية تأخذ فى العمل، ليس بسبب ميكروب غاز ، وإنما بسبب إشارة خطر تنتج عن تنخر خلايا الجسد نفسها . فالثغاء من الخطر هو الانسكاب المفاجئ لمحتويات الخلية للخارج منها .

هاهى النظرية وقد بدأت تتخذ لها شكلاً . ظل فوكس يتحدث عن هذه الفكرة معها طيلة شهور ، ولكنها ما زالت تحتاج لقوة وعمق . ويجب أن تكون محكمة بالدرجة الكافية حتى تصبح على ما سماه بوبر بأنه ' يقبل التفنيد " – أى أنها يمكن تأييدها أو دحضها بالتجربة ، وكان بعض ما تقوله قد سبق أن طرحه تشارلز جينواى فى ورقة

بحث خلاّقة عنوانها " مقاربة الخط التقاربى (*) : التطور والثورة فى علم المناعة " . وكان جينواى قد ألقى حديثا فى ١٩٨٩ فى مؤتمر كولد سبرنج هاربور الذى تحدثت فيه أيضا ماتزينجر . ركّب جينواى أحدث النتائج معا ليطرح أن جهاز المناعة فى الجسم يستجيب ، ليس فحسب لغير الذاتى ، وإنما يستجيب أيضا لأنماط فى الأنتيجينات المعروضة فوق الخلايا الغازية . وأقرت ماتزينجر بما قال جينواى ، كما كانت تحب أن تذكر دائما فى محاضرتها " إلا أننى خطوت خطوة أخرى صغيرة - وهذه الخطوة أسقطتنى من فوق جرف " . قطعت ماتزينجر كل صلة بالنموذج القديم . ويقول رون شوارتز : " كانت فكرتها تغوص لأعمق كثيرا من فكرة جينواى . ولأول مرة بدا أن طريقة تناولها الفلسفية الكاسحة قد تهزم صوت العلم التقليدى الأكثر انضباطا " ويقول بول ليمان الذى يعمل بجامعة ويسترن ريزيرف والذى اختبر فيما بعد نماذجهما ، " هناك تشابه فى أفكارهما ، إلا أن بولى كانت أكثر حذرا وتفلسفا ، وكان جينواى على خطأ واضح ، ذلك أننا مع غياب أى منتجات بكتيرية نحصل بالفعل على رد فعل مناعى . وربما تكون بولى هى التى على صواب تماما " . تم تثبيت ماتزينجر فى ١٩٩٣ وترقت إلى رئيس قسم ، وبهذا فإنها اكتسبت الثقة لأن تعرض أفكارها على العالم ، ولكنها كانت فى حاجة إلى منبر .

فى ١٩٩٤ طلب ويليام بول ، الباحث فى المعاهد القومية للصحة ، من ماتزينجر أن تكتب فصلا عن المناعة لكتاب عرضه السنوى . كان فى هذا إقرار طيب بمكانتها المتصاعدة ، وإن كانت المهمة المطلوبة مهمة عرض أكثر منها مهمة إبداعية . وحولت ماتزينجر هذه المهمة لتجعل منها فرصة كبيرة لها : أن تكتب بحثا أصيلاً بما يماثل كثيرا ما فعله كارل ويز لاحقا بكائناته الدقيقة . وأخذت تستعرض الليلة تلو الليلة أحدث الاكتشافات من أرجاء العالم كله ، وهى تجمعها فى تراكيب وتكيفها لما أسمته فى فرقعة " نظرية الخطر " . لم تكن بعد قد أجرت أى تجربة ، ولكن النظرية كلها كانت تتلاءم أحسن تلاؤم مع ما كان الآخرون يكشفون عنه . ها هو السبب فى أن الجسم لا يهاجم الأورام السرطانية : فالخلايا لا تموت إلا بعد أن يتقدم السرطان ويبث أوراما ثانوية . وجهاز الأم المناعى لا يهاجم جنينها لأن من الطبيعى أن خلايا الجنين لا تموت بالنخر ؛

(*) الخط التقاربى فى الرياضة خط يكون عادة مستقيما ويقترب باستمرار من أحد المنحنيات ، ولكنه لا يقابله قط . (المترجم) .

ويصدق نفس الشيء على أبو ذنيبة وهو يتحول إلى ضفدعة . وهكذا فإن مهمة كانت تبدو وكأنها مهمة روتينية تجمع فيها ماتزينجر معا أحدث الأخبار ، قد أطلقت العنان للجانب الثورى فيها . وكان أن ألقت بقنبلتها فى أكثر مكان يمكن أن يكون آمنا ، أى فى "أنيوال ريفيو أوف إميونولوجى " (العرض السنوى لعلم المناعة) ، وحدث ذلك بنفس النزعة الدرامية التى تجعل محاضراتها جد رائجة جماهيريا (كانت مثلا تطلق على المركّب الرئيسى لتوافق الخلايا الجسدية ألقابا ساخرة مثل " الإمّعة ") ، والتى تفتن مستمعيها بالحكايات عن مخبرى الشرطة الغامضين الذين ليسوا بما يبدون عليه .

اتصلت بفوكس لتعرض عليه مسودة لورقة بحثها ولتدعوه لأن يشاركها فى تأليفها . وفى أول الأمر أحس شريكها الأصغر سنا بالغضب . " ظللت لشهور أناقش هذه الأفكار معها ثم ها هى تذهب لتسجلها كتابة . ثم إنها وضعت فى الورقة أمورا لم أكن أوافق عليها . إلا أنى يجب أن أعترف بأنها لملمت الفكرة معا ، واستكشفت الدلالات على نحو أكثر شمولا مما فعلت " . وقدمت المقال تحت عنوان "التحمل ، والخطر ، والعائلة الممتدة" ، ثم أخذت تترقب الانفجار .

- ٥ -

فى إمكاننا أن نتقبل أفكارا جديدة ، أو نناقشها ، أو نرفضها ، أو نعدلها . أو أننا يمكن أن نتجاهلها تماما ، إما لأنها أفكار مهووسة أو لأن المجال تنقصه المفردات اللازمة لنقاشها . فى أول الأمر قوبلت ماتزينجر هى وفوكس بالصمت . وحسب ما تقول ماتزينجر ، فإن الباحثين الذين تقل أعمارهم عن الثلاثين ، خاصة أولئك الذين أتوا من خارج هذا المجال ، أحبوا المقال ولكنهم لم يستطيعوا إظهار تأييدهم من غير حجة دامغة . أما من تجاوزوا الخمسين ، خاصة من كان منهم من داخل المجال ، فإن معظمهم كانوا لا يوافقون عليه . وهناك أولئك البين بين ، كتلة المستمعين الحرجة التى قد تستمع إلى هذه الأفكار وتتصرف على أساسها ، وهؤلاء تجاهل معظمهم المقال . وكان سكوتهم أسوأ من عدم الموافقة . فهو بالنسبة لماتزينجر استهزاء سلبى بها . إنها باحثة مبرزة طُلب منها أن تكتب ما يجمع الشتات . وهى تستحق بعض نوع من رد الفعل .

لعل عدم وجود رد فعل قد نتج فى جزء منه عن حقيقة أن هناك آخرين كانوا فى مسار مماثل . والحقيقة أن جينواى غضب كل الغضب وذلك بسبب الفكرة وأيضا بسبب الطريقة التى دارت بها ماتزينجر فيما حولها طارحة الفكرة على أنها ملكها الخاص . " أحسست بالحنق منها على نحو شخصى لأننا كنا أول من طرح الأمر كله . وأساسًا ، فإن ما كنا نسميه المناعة الفطرية أسمته هى الخطر . ونحن قد أجرينا التجارب ، ولدينا البراهين . أما ما تقوله هى فهو أن أى شىء ينشأ عنه رد فعل مناعى يكون خطرا ، وأن أى شئ لا ينشأ عنه ذلك يكون بالتعريف غير خطر . وهذا أمر يبدو لى كمحاجة تدور فى حلقة " . وردت ماتزينجر على ذلك بأن نظريتها قد وسّعت بعمق من نتائج جينواى ، التى لا تستطيع أن تفسر رفض الأعضاء المزروعة . إلا أن جينواى كان مصيبا فى أحد الجوانب ، وهى أنها كانت فى حاجة إلى معطيات . فهى فى حاجة لأن تُبين أن الخلايا الغصنية تقوم بدور الحارس . كانت فى حاجة إلى إجراء تجربة .

كتبت ماتزينجر مقالا فى ١٩٩٦ فى مجلة " ساينس " تسجل فيه ما تعتقد أنه إحدى التجارب اللازمة . اشترك فوكس فى تأليف المقال (وكان قد بدأ التجربة فى ١٩٩٠ ، قبل أن يترك المعاهد القومية للصحة فى ١٩٩١) واشترك أيضا مساعدها الفنى جون بول ريدج ، وعنوان المقال ' عودة للنظر فى تحمل حديثى الولادة : تشغيل خلايا (تى) فى حديثى الولادة بالخلايا الغصنية ' ، وفيها أعادت أداء تجربة ميداوار الشهيرة ، ولكنهم فى هذه المرة حقنوا فئرنًا حديثة الولادة بخلايا غصنية أجنبية ، كانت قد " نُشطت " لتقدح زناد رد فعل . ولو كان ميداوار مصيبا ، فى قوله إن كل خلايا الفأر حديث الولادة تكون موسومة بأنها ' ذاتية ' ، فإنه ينبغى ألا يكون هناك رد فعل مناعى . وإذا كانت ماتزينجر هى وفوكس مصيبين ، فإنه ينبغى رفض الخلايا .

وكان أن رُفضت الخلايا . وتقول ماتزينجر متذكرة أنه فى هذه المرة الثانية التى طرحت فيها نظرية الخطر ' اندلعت الخلافات على نطاق واسع ' . وقالت مجلة " بيزنيس ويك " إن ماتزينجر "جعلت نظرية المناعة تقف مقلوبة على رأسها " . ووصفت " النيويورك تايمز " نموذجها بأنه " تحد كامل للنظرية السائدة عن المناعة " . بل وحتى صحيفة "وول ستريت جورنال " علقت بأن أفكارها إذا كانت صحيحة فإنها " ستغير تغييرًا دراميًا طريقة إنشاء الأدوية المضادة للإيدز ، والفاكسينات ، وأدوية منع رفض الأعضاء

المزروعة ". وعندما عرضت قضيتها مباشرة على غير المتخصصين – أى على الأطباء البيطريين ، والطلبة ، والإكلينيكيين ، والجمهور – كان رد الفعل كهربائيا . وعندما عرضتها داخل مجالها كان رد الفعل ضاريا . كتب منتقصوها خطابات غاضبة . واتخذ أرثر سيلفرشتين ، المؤرخ العلمى بجامعة جونز هوبكنز موقفًا عدائيًا . ووصف هذه المسائل بأنها لا جديد فيها ، وأضاف : " من غير الواضح كيف حدث أن الاستدلالات والاستنتاجات التى استقاها المؤلفون ، أمكن لها أن تمر من المراجعة الدقيقة ".

وأخذ آخرون يبدون انتقادات من النوع الأكثر شيوعًا : فقال تشارلز جينواى ، " إنهم يبالغون فى تفسير نتائجهم ". إنهم يخلطون بين عمر الخلية وعمر الكائن الحى . كل ما أظهرته هو أنها تستطيع أن تجعل الجهاز المناعى لدى فأر وليد يستجيب فى رد فعل . بل إن جينواى اعتبر أن محاولتها لجمع الأنصار من الجمهور غير المتخصص لهى القضية الأخطر ، وكان هناك آخرون رءوا أيضا ذلك . وطرح رون شوارتز أن هذا ' ربما يكون قريبا جدا مما يفعله بائعو زيت الثعبان أو المشتغلين بالخيمياء ". وأخذ رد الفعل يزداد وئيدا بخبث ماكر ، وكمثل كانت فى ١٩٩٥ فى أستراليا لتلقى حديثا فى مؤتمر ، وكانت هيئة الإذاعة البريطانية تلتقط فيلما خاصا لها سمى " التشغيل بالخطر ". وهاجمها باحثون عديدون فى الندوة ، ولكن الكاميرا لم تصور إلا فردا واحدا .

وبدا أن رد الفعل هذا هو استجابة من مجال علمى يجد أن أساسه الرئيسى يواجه تحديا من ' مبحث أنطولوجى (*) ، كما يقول أحد المناصرين لها ، وهو نيل بلومبرج عالم أبحاث الدم فى جامعة روتشستر ، رد فوكس وماتزينجر الهجوم فى دفاع بمجلة "ساينس " ذكرا فيه كيف حدث قبل كوبرينكوس بما يقرب من ألفى عام ، أن طرح أريستاركوس كونا تكون الشمس فى المركز منه ، ولم يلق فى الأكاديمية إلا السخرية منه قبل أن تصبح الأكاديمية مهيأة لسماع هذه الأنباء . واستشهدا بتوماس كون وهما يدافعان عن قوة نموذجهما الأساسى الجديد ، وقالا إن الفارق فى فكرتهما ، هو أنها تفسر أوجه الشذوذ عند ميداوار و جينواى . وكان هناك فى بعض ردود الفعل أشياء غير

(*) الأنطولوجيا من مباحث الفلسفة الرئيسية ، وتشمل النظر فى الوجود بإطلاق من غير تحديد أو تعيين ، وهى عند أرسطو مبحث الميتافيزيقا العام . (المترجم)

معقـولة : وكمثـل فإن سيلفر شتين قال إنهما على خطأ كما قال أيضا إنهما لم يضيفا أى جديد بالنسبة للنموذج القديم الذى طرحه أولا بيرنت . فأيهما يكون الأمر ؟ كما ردا عليه ، وكتبا أنه إذا كانت فكرتهما تربطهما مع بيرنت " فربما يعنى هذا أننا مع أسوأ صحبة " .

إلا أنه كان هناك تأثير آخر للعاصفة : فقد صممت ماتزينجر أكثر من أى وقت سبق على أن تثب متخطية كل رءوس المحكمين فى هذا المجال . وبدلا منهم ، فإنها دفعت بقضيتها لتعرضها مباشرة على الإكلينيكيين والطلبة والجمهور . وطُلب منها فى ١٩٩٧ أن تلقى محاضرة خاصة عن موضوع يشغل الرأى فى اجتماع للجمعية الأمريكية لتقدم العلم عُقد فى سياتل ، حيث كان فنتر أيضًا هو وعالمة الإيكولوجيا جريتشين دايلى سيلقيان حديثين رئيسيين . وقطعت فى أسفارها مائة ألف ميل فى ثلاث سنوات ، وهى تقتحم المجالات الجماهيرية بمثل ما فعله فنتر وجرينفيلد ومارسى . كان الفارق أنها التمست الذيوع جماهيريا لتحفز على تقبل أفكارها . وتحدثت فى ١٩٩٨ إلى الأطباء البيطريين فى أونتاريو ، وإلى الباحثين فى الجينوميات فى معهد العلاج الجينى البشرى فى واشنطن ، وإلى مختلف الباحثين فى بوسطن ونيويورك وأمستردام وسيدنى وأوكلاند . وأخذت تعلن للعالم عن أفكارها فى البرامج الوثائقية لهيئة الإذاعة البريطانية ، وفى المقالات الصحفية ، وكتبت سنثيا فوكس صورة عن شخصيتها فى مجلة " إل " (هى) ، أثارت فيها ماتزينجر المزيد من غضب نقادها العاملين فى مجالها . وقال صديقها رون شوارتز ، الذى يشرف عليها فى المعاهد القومية للصحة ، وهو يعلق على ما يحدث ، مشبها أمرها بشكل من أشكال " تمثال للمادونا " . " إن بولى تعرض قضيتها كالبائع اللحوح . وهى بارعة جدًا فى ذلك . على أن الكثير من العلماء يكون رد فعلهم لذلك أنهم يعدون أنه ليس من العلم فى شىء " .

لم يقتصر الأمر على أنه فحسب فكرة جديدة وإنما هو أيضًا طريقة جديدة لعرض الأفكار فى فترة تغير هائل لطريقة توصل العلماء إلى وسائل الإعلام . ويقول شوارتز ، " لعل الأمر أن التراث الذى سيبقى عن (أفراد مثل ماتزينجر وفنتر) ، هؤلاء الأنبياء الرواد للآفاق الجديدة ، هو نزعتهم المتفتحة لتعليم الجمهور " . وأدت موهبتها فى ترويج نظريتها للجمهور العام وليس للعلماء ، إلى مزيد من سخط نقادها . ويقول تشارلز

جينواى ، " النقطة الجوهرية هى أن هناك آلافا من الباحثين ينجزون فى هذا المجال أبحاثا علمية مهمة ، وبولى ليست واحدة منهم " . وبالنسبة لأفراد آخرين ، كان ولعها بالدعاية يقوض من جدية طريقة تناولها للأمور ، ويقول شوارتز : " أعتقد أن هذا يفسر ما أسمعه من الغضب فى هذا المجال ، غضب يحتد بما لا يتناسب مطلقا مع الأمر . ويسألنى الناس ، كيف يمكنك أن تبقيها فى المعاهد القومية للصحة ؟ حسن ، إنها من البداية قد أجرت تجارب دقيقة جدًا ومستقبلية جدًا . إلا أن الناس لا يتقبلون ذلك . لماذا ؟ " .

دفعت نظريتها علم المناعة إلى إمعان النظر إلى داخله ، وحثت الباحثين على النظر إلى كل كائن حى على نحو مختلف ، وكان هذا جزءًا من موهبة ماتزينجر فى تدريب الكلاب ولكنه أمر يجرى عكس تيار العلم الغربى . ويعلق برامود سريفاستافا ، عالم العلاج المناعى فى جامعة كونكتيكت ، قائلاً ، " تقول ماتزينجر إنه ينبغى صنع فاكسين مختلف لكل مريض ، ولم يكن الطب مهيأ لذلك . وهى قد وُهبت قاموس مفردات يحوى أفكارًا ربما لم يكن أحد يفكر فيها . وتحدثت هى بهذه الكلمات . والكلمات تشبه الباب المسحور . وهى قد تدخل بالمرء إلى حجرات جديدة وأكوان جديد . واللغة التى تستخدمها ماتزينجر عن الخطر تشكل بابا مسحورا شديد القدرة " .

أدرك المجتمع الأوسع للعلم ما فى إسهامها من " باب مسحور" فيه تعقد وطزاجة ، الأمر الذى ولّد الغضب فى مجالها العلمى . ودعتها مجلتا " ساينس" و " نيتشر " لأن تستعرض لهما أوراق البحث العلمية . وأصبحت تسهم بانتظام فى مقالات العرض لمجلة " نيتشر " ، مثلها مثل سوزان جرينفيلد . وعملت فى لجان استعراض المنح بالمعاهد القومية للصحة . وأصبحت من المتحدثين الذين يكثر الطلب عليهم فى المؤتمرات الكبرى ، خاصة تلك التى تكون خارج الولايات المتحدة المتحفظة والتى تنساق وراء المعطيات . ولما كانت تعرف لغات عديدة وتتبع منهجًا تعدديًا للعلوم ، فقد كانت لها صلات بالعلم الأوروبى على نحو لم يحدث لأى من منافسيها . وأصبحت أول امرأة يحدث مطلقًا أن يمنح لها شرف إلقاء محاضرة جرابار فى الاجتماع السنوى لجمعية علم المناعة الفرنسية . وألقت أحاديث رئيسية فى جمعيات علم المناعة الألمانية والبريطانية والكندية والنمساوية والإسكندنافية والهولندية ، كما ألقت أحاديث رئيسية أيضًا

فى الاجتماعات السنوية للعلماء من غير المناعيين فى الولايات المتحدة بما فى ذلك علماء الوراثة والأخلاقيات وجراحى زرع الأعضاء ، ولكن هل ثبت فى النهاية أنها على حق ؟

- ٦ -

كتب بيتر ميداوار فى " نصائح للعالم الشاب ، " لا يمكن لأى عدد من المحاضرات ، أو أى وسيلة تواصل شفوية أخرى ، أن تحل محل الإسهام فى مجلة علمية ". وطرح أرثر سيلفرشتين أنه لا توجد أى طريقة لاختبار نظرية ماتزينجر . وكانت هى ، مع أسفارها الدولية ، بطيئة فى بناء المعطيات التى تحتاجها لإقناع أفراد مجالها ، إلا أن باحثين آخرين ممن اقتنعوا بها أخذوا على عاتقهم تعويض بطئها . وكان من بين هؤلاء جس دالجليش بمستشفى سانت جورج بلندن ، وآلان كيرك بمستشفى بحرية الولايات المتحدة فى بيثسدا ، ويرامود سريفاستافا .

كان آلان كيرك ودافيد هارلان ، بمركز البحوث الطبية لبحرية الولايات المتحدة ، من بين أول من تعلقوا بفكرة ماتزينجر ، وبدأ كيرك فى البحث فى أمر زرع الكلى ، ليجعل الكلى المزروعة " تقبل " بغير استخدام للأدوية المثبطة للمناعة ، كما تعد نظرية الخطر ، وحصل على نتائج واعدة بالنسبة للفئران ، وانتقل للعمل على قرود الريسوس ، وبحلول أغسطس ١٩٩٧ كان يعلن عن نتائج تجربة استخدم فيها بروتين تخليقى جعل من الممكن لجهاز المناعة أن يتحمل زرع كلية غير متوافقة مع المريض وذلك " من غير " استخدام لأى أدوية مثبطة للمناعة ، وكانت للحكاية من الأهمية ما أهلها لأن تكتب فى القسم العلمى من صحيفة " نيويورك تايمز " . وبحلول يونيو عقد مؤتمرًا صحفيًا ليؤكد ما أسماه ليزلى سبرنج فى مؤسسة الكلى القومية بأنه " إنجاز خارق مذهل " ، وهو استخدام أجسام مضادة تخليقية لتحاكى إشارة للأمان فى قرود ريسوس . ووفر التكنيك فى نوفمبر ١٩٩٨ نموذجا يمكن تطبيقه على مرض المناعة الذاتى المسمى "النوع ا من السكرى " ، وانضم كيرك إلى معهد أبحاث السكرى فى جامعة ميامى لإنشاء علاج للبشر . وقال لمراسلى الصحف . " إننا نفقد كل يوم عشرة أفراد لأنى لا أعمل بالسرعة الكافية " ، وبحلول فبراير ١٩٩٩ دعاه المعهد القومى للحساسية والأمراض المعدية لأن ينضم إلى لجنة من الخبراء لإنشاء " نموذج أساسى جديد " لتجديد الحوار بين الإكلينيكيين والمنظرين مثل ماتزينجر .

يتذكر جس دالجليش ، الذى يعمل فى مستشفى سانت جورج ، كيف أحس بمس من الكهرباء من حديث ألقته ماتزينجر فى مؤتمر الجمعية الأمريكية لعلم المناعة بنيو أورليانز ، وكان هو يعالج مرضى الميلانوما (*) بفاكسين يصنعه من ورم المرضى أنفسهم ، فأمدته نظرية ماتزينجر بإطار جديد لتفسير النتائج : ذلك أنه يلزم تنبيه الجهاز المناعى ليدرك أن هذه الأورام خطرة . وفى خلال سنتين شهد زيادة بثلاثة أمثال فى معدل بقاء مرضاه أحياء . وهو يقول محذرًا ، " إن هذا لا يوقف المرض ، ولكنه يبطئ من تقدمه ، بحيث يستطيع المرء أن يتدخل لإزالة الأورام " . أما بالنسبة للأنواع الأخرى من السرطان فقد نجحت ماتزينجر فى إقناع باحثين رئيسيين ، مثل مايكل لوتز بمدرسة الطب فى جامعة بيتسبرج ، فطرح لوتز أن " حسها الحدسى القوى فى البيولوجيا حس مصيب ، وما تسميه (بالخطر) أمر فيه صواب إلى حد كبير " . طرح فرانسيسكو مارينكولا الباحث فى المعهد القومى للسرطان أن نظرية ماتزينجر " تفسر ظواهر كثيرة مما يراه علماء المناعة الجزيئية " . وقال إن " النموذج القديم هو بالتأكيد خطأ ، ونظرية ماتزينجر هى خطوة تاريخية ثقافيا ، وهى النظرية الوحيدة التى تمضى فى الاتجاه الصحيح " ولكنها كانت ما زالت فى حاجة إلى مفتاحها الجزيئى . وأتتها الإشارة من مكان غير متوقع .

حدث فى الهند منذ سنوات كثيرة سابقة أن كان هناك عالم بازغ فى الباليونتولجيا (*) اسمه بارمود سريفاستافا ، كان يساعد مؤقتا فى العمل فى مركز البيولوجيا الجزيئية ، وهناك حيرته حقيقة أن فاكسين السرطان لم يكن يُظهر مفعوله إلا ضد الورم الوحيد الذى أتى منه . وتساءل : " ترى أى جزىء هذا الذى يمكن أن يكون جد مهم هكذا ، ومتعدد الشكل هكذا ، بحيث يفسر هذا ؟ " وإذ ظن أنه ربما يكون فى طريقه لاكتشاف ميكانزم له آفاق عميقة مثل ما للمضادات الحيوية ، فقد أخذ يجرى تجاربا لذلك . ولما كان على غير معرفة بعلم المناعة فإنه باشر المشكلة على أنها مشكلة مباشرة فى البيوكيمياء . وكان ما وصل إليه أمر غاية فى التواضع ، ليس نوعا من المضادات الحيوية بأى حال وإنما نوع من البروتين يسمى بروتين " الصدمة الحرارية " لأن الخلايا عندما تسخن تنتج

(*) سرطان جلدى شديد الضراوة . (المترجم)

(*) الباليونتولوجيا علم البحث فى أشكال الحياة فى العصور الجيولوجية كما تتمثل فى الحفريات . (المترجم)

مزيدا من هذه البروتينات . ولما كانت بروتينات الصدمة الحرارية لها القدرة على تكرار إنتاج القبضة الأنتيجينية التى تتحكم فى الورم ، فقد بدا أنها ميكانزم داخلى للجسد يعطى به الإشارات .

ظل سريفا ستافا يفكر فى أمر بروتيناته للصدمة الحرارية لما يقرب من أربعة عشر عاما ، عندما صادف مقال ماتزينجر فى ١٩٩٤ فى مجلة "أنيوال ريفو أوف إيميونولوجى " . وشدت كلمة الخطر كاستعارة مجازية انتباهه لها لأنها طرحت طريقة جديدة " فعالة جدًا " للتفكير فى بحثه هو نفسه . " أتذكر لا غير أنى أحسست بانفعالى تمامًا ، وبدا لى أن تلك الفكرة فيها شىء مهم لى " . ولما كان من الهند ، فقد أحس أن فكرتها عن طريقة موت الخلايا تحمل رسالة مهمة . وكما يقول فإن هذه الفكرة " تردد صداها عميقًا من داخلى " ، فماتزينجر بدلا من أن ترى الجهاز المناعى على أنه جهاز جامد المسار ، رأت أنه جهاز مرن يتطلب معالجة مرنة لكل شخص ، وكان عند سريفاستافا باحث لما بعد الدكتوراه ، استمع إلى الحديث الذى ألقته ماتزينجر فى صيف ١٩٩٥ فى المؤتمر الدولى لعلم المناعة بسان فرنسيسكو ، وأتى إلى سريفاستافا وهو يلهث انفعالاً ، وهكذا وضح الأمر لسريفاستافا : فعليه أن يهاتف ماتزينجر . كان وجه الجمال بالنسبة له أنها أكدت صحة ما فعله من تحويله لاتجاه التركيز فى بحثه ليكون من الداخل بدلا من الخارج ، قبل ذلك كان يُنظر للجهاز المناعى دائما على أنه ينظر للخارج بمعنى اتخاذ طريقة التناول القديمة للذات / غير الذات . " وجدت أن فكرتها هذه فعالة جدًا ، أن نستمع إلى ما يقوله الجسد لنا . ووجدتها فكرة فعالة علميا كل الفعالية ، وذلك من حيث قابليتها للاختبار ودلالاتها ، وكذلك مجازيا من حيث تذكيرنا بالرجوع إلى طب التراث الذى يتطلب دقة الملاحظة . وأحسست أن الاعتراضات التى أثيرت ضدها كانت أساسا عقبات ثقافية " .

أخذ سريفاستافا فى العمل ، مثلما فعل كيرك ، فبدأ أولا بالفئران ، فالجرذان ، ثم الغنم ، وبحلول ١٩٩٨ كان يستضيف أول مؤتمر دولى لبروتينات الصدمة الحرارية ، مع التخطيط لمؤتمر آخر فى ٢٠٠٠ . وشارك فى تأسيس شركة " أنتيجنيكس " وهى منشأة للبيوتكنولوجيا ، وتهيأ لإجراء التجارب الإكلينيكية . واشترك فى سلسلة من الدراسات فى المركز الطبى التذكارى لسلون كيترنج بنيويورك ومركز د . أندرسون

فى هوستون . وعولجت أعداد صغيرة من المرضى المصابين بالميلانوما أو بسرطان الكلى أو البنكرياس باستخدام فاكسينات مصنوعة من أورامهم بعد استئصالها ، وكانت النتائج واعدة ، وكانت المشكلة هى أن إجراءات العلاج مكلفة . ومع ذلك كانت هناك شركات أخرى للبيوتكنولوجيا ، بما فى ذلك شركة " إنتراسل " فى روكفيل بولاية ماريلاند ، تتابع الفكرة ، بما وضع أسمهم على صفحات مجلة " لانست " وعلى الصفحة الأولى لصحيفة " وول ستريت جورنال " .

تطرح نظرية الخطر واحدا من مسارات عديدة ممكنة لإجراء التجارب الإكلينيكية ، ولم ير سريفاستافا أن فيها اختلافا كبيرا عما لدى جينواى ، كتوسيع لأفكاره . إلا أن أفكار ماتزينجر ظلت تثير المشاكل فى مجالها العلمى أكثر مما ينبغى أن يثار ، وكمثل فإن بول ليمان بجامعة كيس ويسترن ريزيرف ، أجرى اختبارا للتحقق من صحة نظريتها إزاء نظرية جينواى . ونشر ليمان نتائجه في صيف ١٩٩٩ فى مجلة " جورنال أوف إيميونولوچى " ، وكان هناك ثلاثة تفسيرات ممكنة لما رآه ، وأحس أنه قد ثبت له أن التفسير حسب أفكار جينواى هو الأكثر خطأ " لأننا نظل نجد المناعة فى غياب أى منتجات بكتيرية " . أما تفسير ماتزينجر فهو الأرجح صحة ، ولكنه إلى حد ما أبسط وأنقى مما ينبغى ، ويقول ليمان محذرا : " إن الخطر ليس صفة منفردة " . ولكنه كان متدفقا فى مشاعره عندما تحدث عن إسهام ماتزينجر فى رج مجالها العلمى رجا عنيفا . فقال ، " كانت آلاف المعامل تعتمد على نظرية التمييز بين الذات/ غير الذات ، بينما طرحت هى أنهم ينبغى أن يعيدوا النظر فى ذلك ، لقد أدت عملا رائعا " . وكان فى نظريتها ما أفاد تماما عالمى علم الدم الإكلينيكى جوانا هيل ونيل بلومبرج ، فكتبا خطابات لمجلة " ساينس " تؤيد بحثها .

أما بالنسبة لماتزينجر نفسها ، فإن هذا الخلاف أصبح يضايقها حتى وهى تتمسك بتحدياتها . " لا تستطيع نظرية جينواى أن تفسر السبب فى أن الجهاز المناعى يرفض الأعضاء المزروعة . أما أنا فأستطيع ذلك " . ومن المفهوم أن يقتصر الخلاف على القضايا العلمية ، أما ما يصعب فهمه فهو ما كان يجرى من تنابذ وحقد ، وتقول ماتزينجر : " اعتدت حقا أنا وتشارلى جينواى على أن نكون صديقين حميمين ، والأمر هكذا يجعلنى حقا حزينة . "

لم يكن هناك جديد من حيث إن ما يحدث من تنافس علمي يحفز على التقدم العلمي . ويقول شوارتز ، " هذا النوع من التنافس بين جينواى وماتزينجر ، هو التاريخ الحقيقى للعلم " ، كما لم يكن هناك جديد من حيث أن تُطرح نظرية تسبق المهارات التكنولوجية المعاصرة ، عندما طرح كوبرينكوس نظريته الجديدة عن المنظومة الشمسية التى تقع الشمس فى المركز منها ، لم يكن فى الإمكان وقتها أن تُختبر نظريته ، كما كتب كارل بوبر المؤرخ العلمى ، فهى أول كل شىء تطرح طريقة جديدة لتفسير نتائج قديمة . وهذا يصدق أيضا على أينشتين وداروين فى زمن نتائجهما ، كما يقول دافيد هل المؤرخ العلمى بجامعة نورثوسترن . " لم تكن هناك طريقة وقتها لاختبار نتائجهما " ، ويقول نيل بلومبرج ، وهو يصف بطريقة ربما كانت جد عفوية ، ما ذُكر من اعتراضات على ماتزينجر ، إنها رد فعل نمطى " للعالِم المهنى الذى يظل متشبثا بشدة بنموذج قديم" .

كان تأثير ماتزينجر فى علم المناعة ينتج جزئيا عن وضعها الدولى ، الأمر الذى كان فيه ما ألهم جيل بأسره من الطلبة . وكنتيجة لنزعتها التربوية فقد شدت إليها عقول أفراد مثل كمالا تيرومالاى ، التى أتت من مدراس لا لشىء إلا لتعمل معها ، ومثل أورال ألبان ، الذى أتى إليها من استنبول . لم تتأثر تيرومالاى كثيرا بالصورة الكبيرة فى تفكير ماتزينجر ، وإنما تأثرت بسيطرتها سيطرة لا تصدق على التفاصيل . وتقول وهى تتذكر ، " كنت فى أول تجربة لى قد كدست قدرا كبيرا من البيانات . واكتشفت بولى فى التو ثلاث حالات شاذة فى كل الجداول كانت هى أساس استنتاجى " . عندما احتاجت ماتزينجر إلى أدلة أكثر مباشرة لإثبات نموذج الخطر ، طرحت تيرومالاى هى وألبان إجراء تجربة على الغنم . كانا يأملان فى العثور على الإجابة عن تحد أعلنه ميل كون ، حتى يبينا أن الكائنات يَمكن أن تتحصن بمناعة ضد بروتيناتها الخاصة بها ، " وسيكون هذا من أكثر الأدلة مباشرة لإثبات نظرية الخطر" كما يقول ألبان . انطلقوا ثلاثتهم للعمل ، ومعهم أحد كلاب ماتزينجر الأستكلندية للرعى ، وأخذوا يذهبون مرة فى كل أسبوع ليحصنوا غنمهم ويفحصوا دماءها . ويقول ألبان : " كان هناك أيام نبقى فيها بالمعمل حتى الثالثة صباحًا . ولكن الأمر الرئيسى الذى كانت ماتزينجر تبينه عمليا هو طريقتها فى التفكير العلمى . فنحن هنا ليس بغرض النشر وحده ، إنها تريد من الواحد منا أن يخرج ليقضى يوما على شاطئ المحيط ليفكر لا غير عما إذا كان ما يفعله مهما . وبعدها تستمع إليه " .

كانت ماتزينجر تطرح الثقل الموازن للعلماء ذوى النزعة التكنيكية الذين أخذوا يبرزون فى الألفية الجديدة . ومع أنها بدت وكأنها خارجة على المجال ، وتعمل مع فريق صغير ، إلا أنها جلبت طريقة تناول كلية أدت لتحول هذا المجال . وكما كتب كارل بوبر : " ليست صحة النظرية هى ما أود أن أناقشه ، وإنما أود أن أناقش جسارتها " . العلماء العظماء ، وهم يلتمسون مستويات تتجاوز مستويات الواقع الذى نراه ، ينشغلون بما يكاد يكون نوعا من صنع الأساطير ، كما يقول بوبر . إنهم يبنون على الأمر الذى يأتى أولاً .

كان الثلاثة كلهم فى أثناء أسبوع عملهم العادى ، يأتون بكلبها الأسكتلندى الراعى فى عربة من طراز تويوتا كورولا ليجمع لهم الغنم التى سيلقحونها ، ويجهزون البيانات لورقة البحث التى ستنشر مستقبلا ، وتقول كمالا " ماتزينجر تجعل المرء منفعلا بما تنفعل به " .

أحسستُ بهذا الانفعال عندما سألتنى رأيى فيما يقوله الباحثون الآخرون عنها . فقد جعلتنى أحس أنى أساعد فى تقدم الأبحاث بنفس الطريقة تماما التى جعلتنى أحس معها بأنى شريك فى التآمر فى قصتها عن المخبر البوليسى الغامض ، وفيما كان شوارتز يقوله فى أحاديثهما فى آخر الليل . تضمَّن آخر صيف لها فى الألفية تدريبات للكلاب ومنافسات فى رعى الغنم كانت تجرى تقريبًا فى كل عطلة أسبوعة خالية . أما فى أيام السبت فكانت ماتزينجر تخرج إلى حقول ماريلاند وقد بللها الندى ، لتسير وسط الضباب .

كانت هناك ثورة تجرى فى طريقة تفكيرنا حول بيولوجيا زرع الأعضاء ، وأخذ الباحثون من نوع ماتزينجر يعالجون المشكلة من نقطة بداية إنسانية للعلم . وماتزينجر منذ بداية تعليمها الخاص وهى تشك فى النموذج القديم لعلم المناعة الذى يصل عمره لنصف القرن ، ولكنها لم تصبح مهيأة للتفكير المبدع حول هذا النموذج إلا بعد أن قرأت بعض الكتب الجيدة عن التطور . وكانت تترك أسئلة مكتوبة على السبورة وتصغى عندما يجيب عنها واحد من مساعديها الشبان مثل إفرايم فوكس . وهى مثلها مثل عالم الفلك الشاب الذى سنصوره فى الفصل التالى ، قد شاركت مع كل مساعديها فى ناد للقراءة المنتظمة للمجلات ، فى ملاحقة للاطلاع على أحدث الأسئلة داخل مجالها العلمى وكذلك أيضا خارجه .

طرح نموذجها الجديد جهازا للمناعة يتصف بأعلى مرونة وتفاعل وقدرة على التمييز ، ويتغير كلما تغير الكائن الحى . وهو يطرح جسدا يعمل من خلال عمليات دينامية بدلا من القواعد الجامدة لعقيدة علم المناعة . ومع تحرك ماتزينجر بين الصورة الصغيرة والكبيرة . وتحركها بين المستمعين المهنيين والجمهور ، فإنها قد طرحت معا طريقة جديدة للتفكير ، كما أنها طرحت ما يفكر فيه المرء ، ويعلق آلان كيرك قائلاً ، " لا أستطيع التفكير فى أى عالم آخر كان له تأثير أكبر منها فى مساعدتى على فهم الظواهر التى لاحظتها فى العيادة " ، إن ما بدا مستحيلاً يبدو الآن ممكنًا جدًا .

كم هذا ممتع !

سول بيرلموتر ومشروع سوبرنوفا . علم الكون

- ١ -

أطلق الطلبة الخريجون على منزل لويز ألفاريز الحائز على جائزة نوبل اسم "القلعة". وكانوا يتسابقون إليه فى أمسيات أيام الاثنين بعد حضورهم ندوات ما بعد الظهر وتناول عشاء سريع ، فيرقون درجات السلم الحجرى الشاهق تحت السحب التى تتدلى منخفضة ، بينما يثير تساقط الرذاذ الروائح من عروش البوجينفيليا ومن الصنوبر بأعلى تلال بيركلى فى كاليفورنيا . سيمكنهم فى الداخل الاستماع إلى ما يحتدم من مناقشات فى غرفة المعيشة بمدفأتها الحجرية المصنوعة على الطراز البارونى الأسكتلندى ، مع مشهد خليج سان فرنسيسكو الذى تشرف عليه ، مناقشات تدور فى محاولة من الباحثين الكبار ليثبت كل منهم أن الآخر على خطأ . ويأكل الجميع صنوف البسكويت ويجرعون صنوف البيرة المرطِّبة ، وهم يرقبون الأطباق العميقة وقد جُعلت مائلة لتحاكى محور الأرض أو منحنى الجاذبية .

وكان الوجه الرهيب فى هذه اللقاءات هو تكليف أحد الطلبة فى كل أسبوع بأن يقدم تقريرا عن كشف جديد أو عن إشاعة علمية ساخنة . ويتولى ألفاريز والآخرون شىّ المتحدث ، ويقاطعونه كل دقائق معدودة ، مطالبين بإيضاح إحصائية ما أو أحد التناقضات ، حتى تنتقل المجموعة تدريجيا إلى آخر ما يدور من خلافات أو شائعات فى الفيزياء أو العلم أو فى أى شىء يكون . وألفاريز رجل طويل أشقر فى السبعين ، فاز بجائزة نوبل عن اكتشافاته فى فيزياء الجسيمات التى وصل إليها باستخدام الغرفة

الفقاعية [*] التى اخترعها . وأخذ من بعدها يتحرك فى مجالات علمية مختلفة ، وهو يبحث فى مسائل أساسية . وأنشأ شركات فنجحت هذه الشركات . وأنشأ فروعا للفيزياء فراج استخدامها ، كان فى استطاعته أن يكتفى مرتاحا بهذه الإنجازات ، ولكنه بدلا من ذلك داوم على تناول الغذاء مع الطلبة (" القضبان الشابة " كما يسميهم) بدلا من أن يتناوله مع زملائه ("الضراط العجوز ") ، وأخذ يعمل مع طلبة الجامعة والخريجين ويدعوهم إلى بيته . ودعا ألفاريز ذات يوم الفيزيولوجية ماريون دياموند لتشرّح مخا على طاولة قهوته . وعندما انتهت من ذلك ، اعتصر ألفاريز المخيخ ثم قذف بالكتلة المطاطية فى الهواء . ويمكن إيجاز دروس تلك الأمسيات فى شىء واحد وهو أن : العلم كله انفعال مجنون .

فى ١٩٨٢ أتى إلى هذه المجموعة سول بيرلموتر خريج هارفارد الذى نشأ بالقرب من جيرمتاون فى فيلادلفيا ، وهو شاب يبلغ الثانية والعشرين من عمره ، معقوف الأنف ، طويل الشعر ، ضئيل الجسم ، مهذب، سريع الكلام . وأخذ يرقب ويتشرب الدروس الكثيرة فى تلك الليالى من أيام الاثنين ، وتعلم أنه إذا كان هناك أمر غامض خارج مجال المرء ، فليس له أن يستسلم . وعليه أن يتعلم هذا المجال الجديد . ومن الأفضل أن يكون للمرء مجال واسع من التطلعات ، وأن معرفة القليل حول أشياء كثيرة أفضل من معرفة الكثير حول أشياء قليلة . وقد تشرب فوق كل شىء الثقة فى أن يرتاد مجالات جديدة ، ما دامت رغباته تقوده إلى ذلك . تربى بيرلموتر على يد خريجين أكاديميين : أبوه المهندس الكيميائى وأمه الباحثة الاجتماعية . وعلى الرغم من أنه يهودى فقد التحق بمدرسة كويكرية [**] فى فيلادلفيا . هكذا عزف على الكمان ، وعاش فى صف مبان محفوف بالأشجار مع عائلات من الطبقة العاملة ومن المهنيين ، ليلعب كرة البيسبول فى الشارع ويطارد البنات . وألهب من نشاطه فكرة السعى وراء الحقيقة من خلال مجالات علمية عديدة .

(*) الغرفة الفقاعية جهاز للكشف عن الأجسام المؤينة ، يتكون من إناء مملوء بسائل شفاف ساخن جدا ، وعندما يمر فيه جسيم مؤين يحدث فقاعات غليان على طول مساره . (المترجم)

(**) الكويكر (الصاحبى) من ينتمى إلى مذهب دينى ضد الحرب أسسه جورج فوكس (٢٤ - ١٦٩١) . (المترجم)

رغب سول بيرلموتر فى دراسة الفيزياء الأساسية ولكنه أحس بوهن عزيمته لما فيها من بيروقراطية عنيدة . وكان هناك فى ثمانينيات القرن العشرين فرق تمارس فيزياء الطاقة العالية يبلغ أفراد كل فريق منها الأربعمائة ، وتعمل على أكبر ثلاثة أو أربعة من معجلات الجسيمات فى العالم، ويشبه وضعهم وضع البنّائين المجهولين للكاتدرائيات القوطية . أحب وهو طفل بناء أجهزة (روب جولدبرج) غريبة الشكل والتى تتأسس على أبسط أسرار الطبيعة ، مثل الطريقة التى يحدث بها لإطار عجلة دراجة أثناء دورانه أن يتحول ضد الاتجاه الذى يُدفع فيه . وها هو يأتى إلى كاليفورنيا سعيا وراء الأسئلة الكبيرة ، والعلم الإبداعى ، ووراء معمل لورنس بيركلى .

ينتصب معمل لورنس بيركلى فوق قمة تل شديد الانحدار ، وهو معهد حكومى فريد فى نوعه . وقد تأسس فى ١٩٣٠ فى مبنى مهجور للأشغال الهندسية مصنوع بألواح خشبية ، وأفاد فى ارتياد علم هو فيزياء السيكلوترونات (*) النووية ، وهو علم يتخذ مساره من خلال العديد من العلوم التقليدية كالكيمياء والفيزياء والهندسة . على أنه بحلول ثمانينيات القرن العشرين أخذ فيزيائيو معمل لورنس بيركلى فى التطلع ثانية إلى علم جديد بينى ، كانوا هذه المرة يدخلون إلى علم الكون – دراسة الكون ككل ، بدايته ونهايته ، صنوف الأسئلة الكبيرة التى كانت ذات يوم تنتمى إلى الفلسفة . وأخذوا يسبرون المجرات الوليدة ، والحشود العنقودية للنجوم البعيدة ، والسدم المتذبذبة بين مد وجزر ، والنجوم المحتضرة ، وهم يأملون أن يعرفوا أمورا حول حجم الكون وشكله ، وبالتالى أن يعرفوا عمره ، من غير الاعتماد على تكلفة ببلايين الدولارات من الميزانيات وماكينات الفيزياء ، تنهار الفيزياء التقليدية عند ما هو بعيد جدا وما هو ضخم جدا ، بما يجعل الأرض خصبة لإجراء البحوث الأساسية . حتى يصل المعمل إلى هذا الهدف أخذ ينشئ التكنولوجيات لاستخدام تليسكوب مهول يرجى أن يتم بناؤه فوق قمة موناكى فى هاواى . وكان من المعتقد أنه عندما ينظر تليسكوب كيك للداخل من أعماق السماء فإنه سيضع فى قبضته صورة الألعاب النارية التى تنفذها قوى الفيزياء المنتمية لأعماق الفضاء ، بما يماثل ما أنجزه سيكلوترون بيركلى القديم للفيزياء المربوطة بالأرض .

(*) السيكلوترون معجل لزيادة سرعة الجسيمات المشحونة بفعل مجال كهربى سريع التردد ومجال مغناطيسى ثابت . (المترجم)

قابل بيرلموتر فى بيركلى الكاليفورنى المتحمس كارل بنيباكر المتخصص فى الأشعة الكونية . كان بنيباكر فى الثانية والعشرين ، وكان بشاربه ونظارته ، وكلامه فى ارتباك ، يستطيع أن يجر معه أجهزة تزن خمسين رطلا فوق سفح الجبل وتحت الأمطار إن لزم الأمر . أثناء دراسته فى الصف السادس استنبط بنيباكر بنفسه البرهان الرياضى على أن الجذر التربيعى لرقم (٢) هو دائما عدد غير نسبى ، ولم ينس قط ما أحس به فى غرفته من دفعة انفعال لا يصدق لكشفه الغطاء عن قانون ربّانى ، وهكذا انضم إلى مجموعة ألفاريز كطالب متخرج فى بيركلى ، سعيا وراء نفس دفعة الانفعال بالأدرينالين (٭) .

عمل بيرلموتر وبنيباكر بصفة أولية مع ريتشارد مولر المولود فى برونكس والذى كان تحت رعاية ألفاريز . ويقول بنيباكر إنهما فى تلك الليالى من يوم الاثنين بما فيها من البيرة والبسكويت ، كانا يرقبان " كيف يعمل عقل لويز " . ورأيا فيه مفكرا حدسيًا مستقلا نافد الصبر ، مستعدا للاعتراف بأخطائه ولكنه مستعد أيضا لأن يقسو على أخطاء الآخرين . وكمثل كان ألفاريز يعتقد أن تخطيط الفيزيائيين الأمريكيين لبناء المعجل فائق التوصيل والاصطدام أمر مضحك ، واعتبر أن هذا النفق الدائرى بتكساس الذى يمتد لعشرين ميلا ويكلف أربعة بلايين دولار ليس إلا ماكينة ينقصها الخيال . والحقيقة أن هزيمة المشروع سياسيا فى النهاية بعد إنفاق الملايين بالفعل كان فيه إشارة لانتهاء مشروعات الحرب الباردة من العلم الكبير .

وإذ راقب الخريجان ألفاريز ، فقد شهدا كيف تستطيع طريقة تناول فيها جسارة هكذا أن تحدث تحولا فى أحد العلوم ، وأن تأسر خيال الجماهير . كان لألفاريز ابن اسمه والتر ، يعمل كجيولوجى ، قد اكتشف فى زمن يرجع وراء إلى ١٩٧٩ طبقة غريبة من الغبار الأسود تحوى نظائر نادرة للأيريديوم والنيوبيوم فى صخرة يبلغ عمرها ما يقرب من خمسة وستين مليون عام . وحدثت اكتشافات أخرى مماثلة فى أرجاء العالم بدا أنها تربط بين طبقة الغبار ، التى يمكن أن تكون ناشئة عن الاصطدام بكويكب ، وبين انقراض الديناصورات . وكان ما طرحه بالضبط لويز ووالتر ألفاريز : أن اصطداما بأحد الكويكبات قد غطى الأرض بطبقة من الغبار ، وحجب الشمس ، وخفض درجة الحرارة ،

(٭) الأدرينالين هرمون تفرزه الغدة فوق الكلوية وقت الانفعال والإثارة فيرفع ضغط الدم ويزيد سرعة القلب ... إلخ . (المترجم)

فأباد الديناصورات . وأدت هذه الفكرة التى تتخذ مسارا من خلال علوم عديدة مثل علم المناخ والجيولوجيا والفلك ، أدت إلى كهربة العالم واحتدام غضب الباحثين التقليديين ، ثم صنعت فى النهاية صفحة الغلاف لمجلة " تايم " فى ١٩٨٥ .

وهكذا فإن مفتاحا صغيرا مثل طبقة غبار أمكن أن يعطى الإشارة لحل سر عميق فى الوجود ، بما فجر انتباه العالم ، واستحوذت فكرة هذا المفتاح على كارل بنيباكر وسول بيرلموتر ، اللذين كانا يرقبان هذه الدراما وهى تتكشف . ويقول بيرلموتر متذكرا ، " تعلمنا أنه ليس هناك حدود ، وأن المرء يستطيع أن يستخدم أحد مجالات العلم ليغير مجالا آخر " .

ماذا يمكن أن يفعلا ليضاهيا ذلك ؟ قررا أن يأخذا فى دراسة علم الكون . ظل علم الكون لزمن طويل من القرن العشرين تحت سيطرة حفنة من الرجال العظام الذين يتوصلون إلى استخدام التليسكوبات الضخمة فوق مونت بالومار ومونت ويلسون . ويتحكم أفراد مثل إدوين هابل وآلان سانديج فى مكتبات من الألواح الفوتوغرافية المنتقاة بعناية والتى تأسست عليها عقيدة تصنيف المجرات وما يفترض من معدل سرعة تمدد الكون ، ومولده ومصيره . ويفتح هؤلاء الأفراد شفاههم لتخرج منهم قرارات مثل " السدم توجد منفردة كما توجد أيضًا فى مجموعات من أحجام مختلفة " . وكما لاحظ الكاتب دنيس أوفرباى ، " يستطيع المرء " من خلال ما يكتبون " أن يسمع رياح ما بين المجرات وهى تصفر " . ومع كل ما كان فى معمل لورنس بيركلى من مغالاة فى التباهى ، إلا أن الطلبة أحسوا فى أعماقهم بما يجعلهم يعتقدون أن هذا العصر من الانتصارات الهائلة لعلم الفلك يسير إلى نهايته . كان هناك عدد من علماء الفيزياء والكونيات أكثر مما حدث قط من قبل ، كما أن التمويل أخذ ينضب . وقال بعضهم للطلبة أنه لم يعد هناك بعد أى شىء تكتشفه الأبحاث . " ذلك النوع من الأبحاث الذى ظل السبب فى تنامى العلم لسنين كثيرة ، حيث يأتى المرء بأفراد من الشباب ويربيهم فيصبحون علماء عظماء ، سلام على تلك الأبحاث التى أصبح أمرها غاية فى الصعوبة " ، هكذا علق مولر بعد نجاحه الهائل مبكرا فى مسيرته المهنية . " عندما بدأت البحث فى ١٩٦٩ ، كان فى إمكانى أن أنظر من حولى فأرى أفرادًا كثيرين يمضون وقتا رائعا . أعتقد أن هذا لم يعد يصدق بعد " .

وما لبث أن ظهر سول وكارل .

- أ -

دار علم الكون فى النصف الثانى من القرن العشرين حول التماس رقمين – معدل سرعة تمدد الكون ومعدل سرعة إبطائه . إذا عرفنا هذين الرقمين سنتمكن من استنتاج أعظم أسرار الكون كلها : كيف بدأ الكون وكيف سينتهى ؟ وكانت المشكلة هى فى قياس هذه الأرقام ، ما نوع عصا القياس التى يمكن أن يستخدمها الملاحظ المربوط بالأرض ليقيس معدل التمدد ؟ فى خمسينيات القرن العشرين طرح مفكر متطرف فى لوس ألموس ، وهو سترلنج كولجيت ، أن أحسن القياسات ربما تتأتى من نجوم السوبرنوفا ، أو النجوم المحتضرة .

عندما ينفذ الوقود النووى فى نجم ضخم ، تتقلص طبقاته الخارجية على قلبه ، لتؤجج انفجارا نهائيا كارثيا ، وينطلق من النجم لثوان معدودة طاقة أكثر مما فى كل النجوم بمجرة بأسرها ، وتتوهج سحابة الموت المذهلة بنصوع يساوى نصوع عشرة بلايين نجم ويستمر ذلك طوال الأسابيع الثلاثة أو الأربعة التالية . ويخرج من النجم المحتضر غبار غنى بالكربون والذرات الأكثر تركبا ، يبذر الكون بلبنات بناء الحياة . ونحن جميعًا غبار نجوم يمشى، أو بمعنى أكثر واقعية ، نحن نفاية السوبرنوفات .

أصبح سترلنج كولجيت ، سليل أسرة معجون أسنان كولجيت ، معروفا فى لوس ألموس باختراعه لمشاريع إما أنها جنونية أو أنها سابقة لزمنه بمدى بعيد . لاحظ كولجيت أن السوبرنوفات يمكن رؤيتها وهى على مسافة بعيدة جدًا . كما يبدو أيضا أنها متسقة إلى حد كبير فى نصوعها الذى يعتمد أساسا على نوع النجم الأصلى الذى نتج عنه السوبرنوفا . والسوبرنوفات بهذا التوهج الساطع يمكن أن تكون مفيدة كشموع معيارية يحتاجها علماء الكون أشد الحاجة ، وبنى كولجيت لنفسه تليسكوبا مؤتمتا للبحث عن السوبرنوفات .

تشكل السوبرنوفات البعيدة هدفا كيشوتيا لعلماء الكونيات الذين لديهم الرغبة فى أن يأخذوا على عاتقهم المسائل الكبرى . ولو أمكن للمرء بطريقة ما أن يعثر على هذه التفجرات فائقة السطوع على حرف الكون ، وأن يقيسها ، فسيكون قد ساهم فى معرفة شىء عن عمر الكون ومصيره . والحقيقة أن ستيفن واينبرج الفيزيائى بهارفارد كان

واحدا من بين من ذهبوا بفكرة كولجيت إلى مدى أبعد وذلك فى ١٩٧٧ فى كتاب جماهيرى اسمه " الدقائق الثلاث الأولى " ، حيث طرح أننا ينبغى أن نحاول قياس الإزاحة الحمراء لأطياف السوبرنوفات البعيدة والتى تكون نسبيا متسقة . والإزاحة الحمراء قياس للسرعة يتأسس على ظاهرة دوبلر التى يتبين منها أن : أمواج الضوء الآتية من أجرام ترتد بسرعة تكون أطول من موجات الضوء الآتية من جرم ساكن ، الأمر الذى يزيح طيفها تجاه الطرف الأحمر ذى الموجات الأطول ، وذلك بنفس الطريقة التى يحدث بها أن صفارة إنذار سيارة الشرطة التى ترتد بعيدا تزاح طبقة صوتها للأضعف وهى تنطلق مبتعدة عنا ، ويقول واينبرج ، لو أمكن للمرء أن يقيس سرعة الأجرام الأقصى بعدا فى السماء التى يمكن رصدها ، فسيتمكن من معرفة السرعة التى يتمدد بها الكون ، ويعرف بالتالى الحقائق الحاسمة حول عمر الكون وبدايته .

أدرك علماء الفلك هذا كله ، أما المشكلة فهى أن يعثروا على السوبرنوفات البعيدة وأن يقيسوا ضوءها . ولم يكن هناك قبل القرن العشرين أى أمل فى العثور عليها . وكان الراصدون على الأرض عند استخدام العين من غير وسائل معاونة لا يرون إلا ما يقرب من نجم سوبرنوفا واحد فقط كل عدة قرون ، وكانت هذه السوبرنوفات قريبة منا . ومع تحسن التليسكوبات أصبح السعى وراء النجوم المحتضرة مطلبا للأفراد من الهواة مثل روبرت إيفانز ، الكاهن الأسترالى الذى أخذ يتابعها فى فناء منزله الخلفى ، وهو يستخدم تليسكوبا قطره عشر بوصات . كان إيفانز يعرف عن ظهر قلب كل بقعة فى السماء ، ويبحث عن أى ضياء ناصع قصير الأجل يظهر حيث لم يكن يوجد أى نجم . وأثمرت السنين التى أنفقها فى البحث عن عثوره على ما يقرب من أربعين سوبرنوفا ، لم يكن أى واحد منها بعيدا بعدا بالغا . على أنه قد أثبت عمليا ما يمكن لنا إنجازه ، فهو قد أفاد فى أن يضع علامة تدل على عودة ظهور الفلكيين الهواة فى القرن العشرين .

عندما سمع لويز ألفاريز عن وجود تليسكوبات عسكرية مؤتمتة تمسح السماء بحثا عن القذائف الآتية ، طرح إجراء بحث منهجى مؤتمت للعثور على السوبرنوفات باستخدام تليسكوبات روبوتية لمسح السماء وبرامج كمبيوتر لمقارنة الصور الجديدة بالصور القديمة ، لتعيين الأجرام التى لم تكن موجودة من قبل . إلا أنه كان جد مشغول بالخلافات حول كويكب الديناصورات بحيث لم يتمكن من متابعة الفكرة . وبدأ ريتشارد

مولر فى تشكيل مجموعة للبحث عن السوبرنوفا مع بنيباكر ، ولكنهما فى بداية الأمر لقيا نجاحا أقل مما لاقاه إيفانز .

أثناء بحث بنيباكر وبيرلموتر عن مشروع كبير قررا التمسك بمشروع السوبرنوفات . ويقول بنيباكر ، " كان رأينا دائما فى صميم قلبنا وعقولنا أن نستخدم السوبرنوفات لقياس الكون ، فهذا الهدف هو الكأس المقدس التى يسعى وراءها علم الكون ، وكما تعرف ، فلو تم التوصل لهذا الهدف ، فسيكون هذا إنجازا كبيرا ذهنيا وثقافيا " . وكان رهانهما ، أنه من الممكن زيادة القدرة على الرؤية زيادة أسّية عند وجود كمبيوترات محسنة ، مع تليسكوبات مؤتمتة إلى حد أكبر ، وكشافات فيديو للضوء أكثر دقة فى تحددها . ويقول بيرلموتر : " نحن ننتمى لجيل يستمتع برفاهية أن يدفع بالكمبيوتر ليواجه أى مشكلة " . عندما كانت تُلتقط صورة طيف لنجم بعيد ، فإن علم الفلك التقليدى يمكن أن يستغرق شهرا بأكمله ليستنتج ماصُنع منه النجم بتحليل ضوئه . أما باستخدام الكشافات الألكترونية الجديدة الحساسة ، فإنه يمكن إنجاز تحليل الأطياف فى دقائق ، وعلى الأقل ، فإن هذه هى الفكرة التى خطرت لهما .

لم تكن هذه الطريقة مجرد خط من البحث ، وإنما كانت طريقة جديدة لأداء علم الفلك . كانا ينطلقان فى الليل من غير أى جدول للعمل : فسوف تخبرهما السماء بما يفعلانه . وتستطيع برامج الكمبيوترات ذات السرعة الكبيرة أن ترقم المعلومات فى التو ، بما يمكنهما من إرسالها حول العالم (بالفاكس أولا ثم بالبريد الألكترونى بعدها) ، ثم يعطيان أمرا فى التو لاثنين أو ثلاثة من أفضل تليسكوبات العالم لتركز معا فى الوقت نفسه على النجم البعيد وهو يمارس رقصة الاحتضار طيلة ثلاثة أسابيع، وسوف يتمكنان بهذه الطريقة من زيادة قدرتهما على الرؤية زيادة هائلة . سيفوزان عندها بقدر ضخم من البيانات ، وبمعالجتها تو اللحظة تقريبا ، وبمجالات رؤية واسعة ، وبأحدث وأرقى ما يوجد من كشافات ، ويصبح المشروع كله وكأنه مغامرة مهولة بصورة تكاد تصل للإضحاك . إنه علم فلك فى حرب عصابات فدائية .

كانا لحسن حظهما يعملان فى معمل لورنس بيركلى ، حيث يستطيعان الحصول على التمويل الأول بدون عملية مراجعة كبيرة . وساهم مولر ببعض المال الذى كان

يصله من بعض المنح الأخرى . واستهل بنيباكر البحث . وكان هناك مجموعة دانمركية حاولت طريقة تناول مشابهة ولكنها كان ينقصها المثابرة في المتابعة ، والتكنولوجيا ، والدعم . ويقول روبرت كيرشنر المتخصص في السوبرنوفا بهارفارد ، " يشبه الأمر هنا ما جرى في الجينوميات ، من حيث إن التكنولوجيا تقدمت تقدمًا سريعًا جدًا " . وساعد بنيباكر في أتمتة مرصد ليشنر المتواضع بجامعة كاليفورنيا فوق التلال القريبة من بيركلي . وأخذ هذا التليسكوب بقطره الذي يبلغ ثلاثة أرباع المتر ، ينظر كل دقيقة إلى مجرة مختلفة . وعثرا في الفترة من ١٩٨٦ حتى ١٩٨٩ على عشرين سوبرنوفا توجد وسط المجرات القريبة .

حتى يتوصلا إلى السوبرنوفات البعيدة كانا في حاجة إلى أحدث تكنولوجيات في كشافات الشحن المقرونة (كشم) وهي كشافات حساسة لمستويات الضوء المنخفضة انخفاضًا فائقًا ، ويتجمع الضوء فيها فوق شرائح بلورات السليكون ، لتقرأ بعدها على الكمبيوتر . عندما تستخدم مستحلبا فوتوغرافيا جيدا فإنه قد يلتقط خمسة في المائة من الضوء الذي يسقط عليه ، أما كشاف (كشم) فيمسك في قبضته خمسين إلى ثمانين في المائة من الضوء . واكتسبا من لياليهما يوم الاثنين في منزل ألفاريز سلاحا سريا ، وكما يقول بنيباكر كان يظهر هناك بكثرة أفراد ممن يعملون داخل وادي السليكون القريب ، بحيث كانا يسمعان ويلتقطان أخبار " أفضل الكشافات الجديدة لحظة إنتاجها " .

مع ما أصاباه من نجاح صغير مبكر ، استخدم بنيباكر تمويلات معمل لورنس بيركلي للإسهام مع واريك كوتش في بناء كاميرا جديدة على التليسكوب الإنجليزي - الأسترالي . كانت الكاميرا من نوع المنظومات ذات أوسع مجال ، التي توضع في تليسكوب كبير ، وقد سميت بمنظومة بنيباكر ف/١ بسبب بصرياتها الجديدة . وضمًا إليهما خبير معلومات كبيرًا ، وهو جيرسون جولدهابر الذي نجا حيًا من ألمانيا النازية وساعد في اكتشاف العديد من الجسيمات الأساسية في معمل لورنس بيركلي . واكتسبا بجولد هابر عاملاً يضفي استقرارًا على مجموعتهما الصغيرة متوترة الأعصاب . وهو يعمل معهما بذقنه البيضاء ، وبقمصانه الهندية ، وأسلوبه الهادئ المتأني ، وقد استعد لرسم نقط بياناتهم مثلما كان يرسم تفجرات الطاقة في معجلات الجسيمات

الأولى . وكما يقول مولر ، كانوا فى حاجة لبرامج كمبيوتر أفضل ، وكان بيرلموتر قد أنشأ هذه البرامج بالفعل . ويقول مولر متذكرا ، " قررت وقتها أن سول هو الذى يدير ذلك المشروع ، ولما كنت غير مستعد لأن أقوم بدور التابع ، فقد خرجت من المشروع " .

وفرت أستراليا أربعة شهور رومانسية لبنيباكر وزوجته وطفليه ، كانت وقتها مثل أمريكا فى خمسينيات القرن العشرين . وعاشوا أفضل حياة يمكن أن تُعاش بالعلم : يحصل المرء على فكرة ، فيحصل على مال ، ويسافر، ويقضى سنة وهو ينظر إلى السماء . وأخذ بنيباكر فى العمل فى منتزه قومى جميل ، يرتفع عاليا فوق قمة التلال بشرق سيدنى ، وما إن يتم له تشغيل الماكينات لتعمل ، حتى يأخذ فى نقل بياناتها إلى بيركلى عن طريق توصيلة حديثة للإنترنت أنشأها معمل آمس للأبحاث فى ناسا . ثم يقود سيارته ليعود لمنزله ، وهو يرى حيوانات الكانجرو متواثبة على طول الطريق .

على أنه كان عليهم أن يناضلوا عندما تسوء الأحوال فى السماء ، وعندما نرصد من خلال كمبيوتر ، فإننا لا نرى السحب ، وإنما نرى أرقامًا لعينة ، وكثيرا ما كانوا يطلبون من المشغل أن يذهب للخارج ليلقى نظرة فحسب ليرى السبب فى أن برامجهم لا تعمل . ومنعتهم السحب من أن يعثروا على نجم سوبرنوفا واحد من النوع الملائم ، كان هذا كارثة ، ويقول بنيباكر . " أوشكنا أن نتوقف " .

وبدلا من ذلك أعادوا التفكير فى كل طريقة تناولهم للأمر . وحتى مع ما أصبح لديهم من ظروف أفضل ، إلا أن تكنولوجيتهم لم تكن بعد جيدة بما يكفى للعثور على تلك البقع الضبابية الباهتة إلى حد لا يصدق ، التى يبحثون عنها عند حافة الزمان والمكان . وأخذوا فى بناء كاميرا جديدة من الصفر ، مستغلين لأقصى حد مهارات بيرلموتر كمهندس شاب يعمل فى جاراج عائلته، والتمسوا مساهمة من مرصد جرينيتش الملكى فى جزر كنارى ، وكان يوجد هناك مجموعة من كمبردج تدرس الكوازارات – تلك المصادر البعيدة الغامضة لنبضات هائلة من الطاقة . " وقلت لهم ، لماذا لا نعمل معا ونستخدم البيانات لأهداف مختلفة ؟ " . كان بيرلموتر يبرهن على مهارته فى أن يستخلص بلطف ساعات العمل الثمينة على التليسكوب ، حتى أصبح رجل إدارة وسياسة فى تلك الأيام المونسة . وأخذوا يتشاركون معا وهم فى عزلتهم فوق قمم الجبال البعيدة فى جزر الكنارى بما فيها من ريح عاوية .

كانت جزر الكناري توفر خلفية شفافة للتفرس في أقصى أعماق السماء . وكان هناك عند قمة الجبل تشكيلات رهيبة من اللافا ترتفع كالبرج فوق فوهة البركان ، كما في فيلم " رحلة إلى مركز الأرض " ، بينما تتقد النجوم عنيفا أقصى التوقد في الليل . وتتوهج درب التبانة وكأنها ثوب زفاف ممزق . وكان أن نالوا هناك أول سوبرنوفا في ١٩٩٢ باستخدام التليسكوب الجديد . استغرق الأمر ثلاثة أسابيع ، إلا أنه ما إن اكتمل تحليل البيانات حتى عرفوا شيئا مهما : لقد " نجحت " فكرتهم .

كان الاشتراك في العمل مع مرصد جرينتش الملكي أمرا حيويا ، ذلك أن " مشروع سوبرنوفا علم الكون " ، وهو الاسم الفخيم الذي أطلقوه على أنفسهم ، وجه له هجوم شديد من مموليهم في أوائل تسعينيات القرن العشرين . فقد أنفقوا الكثير من الوقت والمال في أستراليا ولم ينالوا شيئا . وحاجوا بأن مشروعهم ليس مشروعا يظهر عائده في عام أو عامين ، فربما لن يظهر العائد إلا بعد عشرة أعوام . وقالوا إنهم يريدون أداء علم فلك من نوع جديد كلي ورقمي . وسوف يستخدمون شبكة الإنترنت الناشئة للتنسيق بين الأبحاث التي تجرى في جزر كناري بأفضل تليسكوب في العالم ، وبين أبحاث مرصد هاواي الذي صممه معمل لورنس بيركلي ، وأبحاث تليسكوب هابل الفضائي نفسه .

ومع ذلك ظل المشروع يخضع لمراجعة خارجية . ويقول بنيباكر متذكرا ، " كنا نحارب من أجل حياتنا " . تضمنت لجنة المراجعة روبرت كيرشنر عالم هارفارد وباحث السوبرنوفا الذي يتمتع بأعلى احترام . لما كان بيرلموتر مؤهلاً في الفيزياء فقد كان يصدم بعض الفلكيين التقليديين باعتباره دخيلاً . وحسب كيرشنر كانت المشكلة هي ما يكتنف البحث من لا يقين هائل .

أوضح كيرشنر أن السوبرنوفات لا تكون كلها بالنصوع نفسه . ويقول كيرشنر ، " وجدنا بحلول ١٩٩١ مجموعة منها فيها ما هو فائق الإعتام وما هو فائق النصوع . والأمر وكأن المرء ينظر إلى أضواء في الطريق الرئيسي ولا يعرف إن كان ما يراه ضوءاً من شاحنة أو من مشعل كهربائي صغير ببطارية من تسعة فولتات . ولما كان سول يندفع وهو يشطح نوعا في بحثه فإن هذا جعل بعضنا غاية في الانزعاج " . وكتب كيرشنر إلى المؤسسة العلمية القومية ووزارة الطاقة قائلا إن معدل اكتشافاتهم للسوبرنوفا منخفض إلى حد الإحباط ، وهامش الخطأ في تفسيرهم للنصوع مرتفع

ارتفاعا غير مقبول . كان لتقرير المراجعة تأثير صدمة ثلجية بما هدد المشروع كله . ويتذكر بنيياكر قائلا ، " كان علينا أن نحارب كالمجانين لنبقى المشروع حيا " . وأحس أن كيرشنر " يقود الهجوم ضد بقائنا أحياء " .

على أن هذا النضال أثمر بعض نتائج طيبة . انضمت إليهم شابة من مجموعة كمبردج المشاركة لهم متخصصة فى تحليل الطيف ومعتدلة المزاج . اسمها إيزوبل هوك ، وكانت تعتقد أن بحثهم هذا هو أكثر شيء مثير فى علم الفلك ، ووافقت على أن تحلل أطياف الضوء الآتى من سوبرنوفاتهم ، حتى يعرفوا إن كان السوبرنوفا الذى يرونه هو حقا بعيدا بعدا قصيا ، أى أنه جرم له " إزاحة حمراء كبيرة " . وقرروا أن يكون تليسكوبهم الرئيسى هو التليسكوب العاكس فى سيرو تيلولو بجبال الأنديز الشيلية . فظروف الرؤية هناك أفضل . وعندما ثبت فى النهاية أن لجنة المراجعة الخارجية تؤيدهم بما يكفى لأن يواصلوا العمل ، أخذوا فى اكتشاف السوبرنوفات البعيدة . ويقول بيرلموتر ، " حصلنا على أول واحد بحلول ١٩٩٢ ، ثم مع حلول ١٩٩٥ كنا قد وجدنا سبعة " . سبعة نجوم متفجرة يتراوح عمرها ما بين ستة إلى ثمانية بليون عام . أما شمسنا نحن فهى من نجوم الجيل الثانى ، التى تكونت من حطام أجرام مثل تلك النجوم المتفجرة .

كان بيرلموتر يقضى الكثير من وقته إما أمام الكمبيوتر أو على الهاتف ، وهو يتودد للناس ليحرز وقت رصد إضافيًا من الفرق الأخرى التى تشارك فى العمل على التليسكوب ، وكان يفعل ذلك بنفس الطريقة التى عالج بها فى طفولته تجميع أجهزة (روب جولد برج) العجيبة . كان الأمر صعبا بما لا يصدق . من كان يظن أنه سيكون على لويز ألفاريز العظيم أن يتودد لمنافس ليحصل منه على بعض زمن للرصد ؟ بل إنه حتى ألفاريز الذى كان وقتها قد بلغ الرابعة والسبعين ، وافق على أن يساعدهم ، بأن يساهم فى فحص بياناتهم يدويا ، وهى مهمة شاقة تستغرق زمنا . وكان لدى بيرلموتر حماسه الطفولى بصورة كثيرا ما نجح معها فى أن يجعل الباحثين الآخرين الأكبر منه يتخلون عن وقت الرصد الثمين بالتليسكوب ، على الرغم مما كان يوجد من تنافس عنيف عليه . ولما كان أفراد الفريق لم يتأهلوا كفلكيين فقد ضموا إليهم خبيرا فى السوبرنوفات ، هو ألكساى فليبينكو ، الذى كان موهوبا فى لفت الانتباه إليه . كان له حاجبان كثيفان ووجه سمح

بما جعله شخصا أثيرا عند طلبة جامعة كاليفورنيا في بيركلى ، حيث كان يبرهن عمليا على أفكاره بأن يلقى كرة تنس فى الهواء . وقد استطاع فليبينكو أيضا أن يتيح لهم التوصل إلى مرصد كيك على نحو قانونى . إلا أنه هو وبيرلموتر كل منهما يعتد بذاته بما يصعب معه توافقهما .

كانت لياليهم فيها ضغط يزيد كثيرًا عما فى ليالى الفلكيين التقليديين ، وكما وصفها كيرشنر لاحقا كانت "مغامرات فيها ما يعتلّ له القلب وما يتوقف له نبضه". فهم يراقبون وينتظرون فى توتر ، وقد استعدوا لتناول أىّ مما تعطيهم السماء — أىّ مما يهب عليهم . فمنهجهم منهج بطولى لا يُحتمل: فهناك أولا فريق على تليسكوب سيرو تيلولو فى جبال شيلى يجرى البحث ويأخذ صورا بكشاف (كشم) . ثم تلتقط شيلى بعدها بثلاثة أسابيع مجموعة أخرى من الصور ، وتنتقل البيانات ثانية إلى بيركلى باستخدام تكنيك لضغط البيانات لأن شبكة الإنترنت لم تكن مكتملة التأسيس . ويقارن فريق بيركلى مجموعتى القراءات ، وهم إما يعيدونها إلى مرصد كيك الذى بنى حديثا فى هاواى ، أو يطير أحدهم من بيركلى إلى هاواى ومعه قائمة السوبرنوفات المرشحة . ثم تنظر هوك هى وبيرلموتر إلى الطيف ويطلقان البيانات إلى التليسكوبات فى أنحاء العالم ، بما فى ذلك تليسكوب جزر كنارى، وشيلى ، وتليسكوب فى أريزونا — وهم يأملون أن يكون ما لديهم هو نجم يحتضر على مسافة بعيدة لا يمكن تخيلها . وإن لم يكن كذلك فإنهم يتنقلون إلى الجرم التالى ، وإذا وجدوا شيئا ، فإن هوك هى التى تكون عليها مهمة أن تقرر ما إذا كان الطيف الذى حصلوا عليه هو حقا طيف سوبرنوفا . ويظل أفراد الفريق كلهم يطلون عليها من فوق كتفها ، فلا يتركون لها أكثر من دقائق معدودة لتعطى لهم إشارة الفوز برفع إبهامها ، أو أنها تخفضه . وعندما لا يكون لديهم ما يفعلونه ، كانت هوك تعزف موسيقى " الروك أند رول " عاليا حتى يستطيعوا مواصلة الليل . وتتذكر هوك قائلة : " لن أنسى أبدًا أول سوبر نوفا ، كان له إزاحة حمراء من ١,٤ ، وهذا ليس رقمًا مرتفعًا جدًا بالنسبة لما نحصل عليه الآن ، إلا أنه كان طيفا بالغ الجمال يستطيع المرء أن يرى فيه كل تفصيل . لم يكن هناك شك فى أنه سوبرنوفا من نوع ١ — أ (1-A) ، أعنى أنه بدا رائعًا جدًا ، ويضمن نجاح المشروع " . بدت الصورة كلوحة من رسم موندريان (*).

(*) بيت موندريان (١٨٧٢ – ١٩٤٤) رسام تجريدى هولندى لوحاته مجرد خطوط ومساحات لونية . (المترجم)

" ومن وقتها ونحن نحصل على أطياف جيدة حقا عند إزاحات حمراء أعلى حيث لم يصل أحد لهناك من قبل ، وأعتقد أن هذا بدا للأجيال الأقدم (من الفلكيين) وكأنه نوع من السحر " .

مع استعادة التمويل من المؤسسة العلمية القومية ، وظّف بيرلموتر مزيدًا من قلة من الأفراد من باحثى ما بعد الدكتوراه وطلبة الأبحاث . ووصل إجمالى عدد أفراد الفريق الآن إلى العشرين ، وأصبح لهم " وجود " . وأخذ بعض منهم يطرحون أوراق بحث فى المؤتمرات ، وزاد معمل بيركلى من دعمه لهم . وكانوا عندما ينتهون من إجراء نوبة رصد بتليسكوب كيك يتوفر لهم الوقت للسباحة فى شاطئ هابونا ، وهم يضحكون ويغوصون بالماء المالح ، وعندما تنتهى دورة رصد كاملة ، يعودون جميعا إلى بيركلى من مواقعهم البعيدة – فى شيلى ، وهاواى ، وتكسون . ويتجمعون معا فى منزل جيرسون جولدهابر ويقيمون حفلة . وكلما اكتشفوا أحد السوبرنوفات ، فتحوا له فى فرقعة زجاجة من الشمبانيا ... ووصل العدد فى النهاية إلى عشرين زجاجة .

على أن نجاحهم زاد من حدة المنافسة ، من داخلهم ومن خارجهم . فى داخل الفريق ، تبيّن بنيباكر أنه لا مكان لرئيسين للفريق ، وقرر أن ينفذ مشروعا آخر ظل يفكر فيه لزمن طويل . كان يريد أن يأتى بطلبة المدارس الثانوية العامة ليعملوا على البيانات الخام التى استخدمها أفراد المجموعة ، ليحس الطلبة بما فى أحدث الاكتشافات من إثارة . ونال فى هذا دعما من المؤسسة العلمية القومية ووزارة الطاقة ، فبدأ برنامجا اسمه "ملامسة الكون " . وأخذ يرسل بياناتهم إلى المدارس الثانوية فى كاليفورنيا بواسطة الإنترنت ، حيث كان الطلبة يحللونها فى الواقع فى الوقت نفسه مع الفلكيين . وأخذ الطلبة يكتشفون من المعلومات أجراما مثل كويكبات جديدة ، الأمر الذى جعلهم يحسون ببعض من دفعة الانفعال التى أحس بها بنيباكر لأول مرة عندما أنجز برهانه الرياضى وهو فى الصف السادس ، واستمر يعمل كعضو فى " مشروع سوبرنوفا علم الكون " ، ولكنه سلم رئاسته إلى بيرلموتر .

أما من الخارج فقد كان هناك فريق دولى منافس من الفلكيين أخذ يقلد تكنولوجيتهم لينافسهم . وسمّى هذا الفريق نفسه " مشروع زد العليا للسوبرنوفا "

(زد ترمز للإزاحة الحمراء) ، وزعموا أن إسهاماتهم أكثر تحررًا وأكثر رقيًا . وهم سيبذلون عناية أكثر بالفروق الصغيرة - المرشحات المضبوطة للضوء والتصويبات اللازمة للفهم المضبوط لطبيعة المشاهد التى يرونها . وسوف يجمعون بيانات أقل ولكنهم سيحللونها بدقة أكثر ، وسوف يمارسون "علم فلك" حقيقى بدلا من أساليب الفيزياء المبتسرة . انشق ألكساى فيليبنكو على فريقه وانضم لهذا الفريق الدولى الذى لم يكن يقوده إلا رجل هارفارد روبرت ب. كيرشنر وتلميذه السابق بريان شميدت . ويقول كيرشنرد ، "إن الفريق الآخر يعتز بأنه لا يعْرف شيئًا من فولكلور هذا المجال العلمى . وبريان يشعر أننا نستطيع أن نفعل ما يفعلون ، وإن كان ذلك على نحو أفضل" .

كان كلا الفريقين يرتاد نوعًا جديدًا من علم الفلك يولّف بين "التليسكوبات الضخمة ، والاتصالات الهائلة ، والقوة الحاسوبية الهائلة" ، وذلك كما يقول فلبينكو . وكانت هناك مشاريع أخرى عديدة تمارس أيضًا هذا النوع من علم الكونيات البينى . فهناك مشروع سلون لمسح السماء رقميا ، وهو يستخدم روبوتات وكمبيوترات ليوفر أول خريطة ثلاثية الأبعاد للكون بأسره مع أسلوب بحث للسماء يكون متاحا فى التو للهواة بواسطة الإنترنت ، مثله مثل بحث بيرلموتر . وخططت ناسا ووكالة الفضاء الأوروبية لإرسال العديد من المجسات فى أعماق الفضاء لاستكشاف بداية الكون ، مستخدمين فى ذلك روبوتيات جديدة ، ومواد رخيصة ، ومبرمجات ، ومنظومات أساسية للذكاء الاصطناعى ، وكمثل فإن مشروع "ماب ناسا" (ماب هنا هى اختصار للكلمات الإنجليزية "مجس تباين الميكروويف") وكذلك مشروع "بلانك الأوروبى" للأقمار الصناعية ، سوف يقومان فى ٢٠٠٥ و٢٠٠٧ برسم خريطة بالتفاصيل الدقيقة للتموجات التى تنداح فى إشعاع الخلفية الكونية - صدى الانفجار الكبير . وهذه المشاريع ، مثلها مثل مشاريع السوبرنوفا ، تربط معا فيزياء الجسيمات مع علم فلك الفضاء العميق، بأن تستكشف كيف تكونت البروتونات والنيوترونات والألكترونات للمرة الأولى من الحساء الكونى .

يقول آلان جوث ، "إننا فى بداية علم فلك جديد" ، وجوث منظر فى معهد ماساتشوستس "للتكنولوجيا ، وقد أجرى فى ١٩٧٩ عقد قران بين علم الفلك والفيزياء عن طريق نظريته عن الانتفاخ - أى تمدد الكون تمددا أسّيا فى أول كسر من الثانية فى

عمره . يحاول علم الفلك الآن أن يفهم ما الذى كان عليه الكون فى كل لحظة من نموه . " عندما كنت أصغر سنا ، ظننت أن هذه المعلمات لا يمكن أبدا معرفتها . أما الآن فهى فى متناول قبضتنا . إن هذا مذهل . إنه مذهل حقا " .

لم يكن بيرلموتر هو الذى ابتكر طريقة تناول بندقية الرش ، تلك الطريقة الانتهازية ، إلا أن الفريق الدولى الذى كان هو يوجهه قد جعل الطريقة تنجح . على أنه إذا كان علماء الكونيات الباحثون عن السوبرنوفا قد أحسوا بنجاحهم المعترف به ، فإنهم الآن أخذوا يحسون أيضا بأنفاس الآخرين الساخنة وهم يلاحقونهم ليفوزوا عليهم.

- ٣ -

كان جيرسون جولدهابر جالسا فى مكتبه الضيق فى بيركلى فى سبتمبر ١٩٩٧ وهو يدرس فقط بيانات المجموعة ، النتاج النهائى لشهور وسنين من البحث والحلم . كان قد رسم على ورق رسم بيانى نقط كل السوبرنوفات الثمانية والثلاثين . وأخذ يتطلع روتينيا إلى النقط المجمعة محاولا توقع ما سيعرفونه منها بشأن عمر ومستقبل الكون ، لقد ظل يلاحظ لعدة شهور أن كل السوبرنوفات تتكدس عند الطرف الأدنى من الرسم ، بما يعنى أن مكانها أكثر بعدا وزمنها أكثر قدما عما تتنبأ به النظريات التى يشيع تقبلها عن تمدد الكون ، ظل يعتقد أنه مع تدقيق القياسات سوف يزيد انتشار مجموعة النقط . على أنه بدلا من ذلك كان ما يراه الآن هو رسم له نتوء ضخم يكاد يماثل بالضبط النتوء الذى رآه منذ أربعين سنة خلت عندما اكتشف الجسيم الأساسى الذى يسمى ميزون ميو . نهض من مقعده وهو يكاد يثب .

كان النتوء يبين أن الكون أبعد من أن يكون متباطئا فى سرعته كما تزعم معظم مراجع علم الفلك ، وأن ما يحدث بالفعل هو أن سرعة تمدده تتزايد . وهذا التزايد فى معدل السرعة لم يطرحه إلا شخص واحد . إنه ألبرت أينشتين الذى سماه " لامبدا " واستخدمه ليبطل ما تتنبأ به النسبية من أن الكون ينبغى أن يتقلص على نفسه . وسرعان ما نبذ أينشتين فكرة لامبدا باعتبار أنها عامل تلفيقى فى الكون يستحيل وجوده . إلا أن البيانات التى كان جولد هابر يفحصها تقول إننا نرى فيها نوعا من الثابت الكونى ،

محرك غامض يسوق الكون . وسرعان ما انعقد اجتماع فى ٢٤ سبتمبر تناقشوا فيه مساء . وحث عديدون من أفراد الفريق على اتباع الحذر . كانوا وقتها على وشك الحصول على الاعتراف بهم قانونيا . وهم لا يجسرون على نسف هذا الاعتراف بنتيجة كهذه تثير السخط . الأفضل أن ينتظروا حتى يجمعوا المزيد من المعلومات ، وكان يُفهم من محضر الاجتماع أن " جيرسون قال إنه سيواصل بحث الأمر " . أما ما تحته خط فهو الاستشهاد بما قاله جولد هابر عن نفسه : " من المعروف عنى أنى من الغلاطين " .

ظل سول بيرلموتر مستيقظا طول الليل فى يوم من أيام ديسمبر ١٩٩٧ فى مرصد كيك . إن التقاط صور السماء باستخدام (كامكوردر) (*) فوق أعلى قمة فى هاواى مهمة موحشة ، ولا يزيد تركيز الأوكسيجين هناك عن ٦٠ فى المائة من تركيزه على مستوى سطح البحر ، وإذ تمتد سماء الليل فوق قبتى المرصد التوأمتين فإنها تفقد الراصدين الحس بالزمان عند الثالثة صباحًا . كان لديه صداع دائم . وبين حين وآخر كان مشغّل التليسكوب يخرج وقد ارتدى سترته المبطنة بالريش ، ويدب من خلال الثلج ليتطلع لأعلى حتى يتأكد من أن الماكينة ذات الثلاثمائة طن مصوبة خارجا فوق السحب ، ويتصاعد البخار من أحد البراكين . ويُرى من فوقه ضوء نجم عمره سبعة بلايين عام يلف فى قلق . كانوا يعملون الليل كله ويصيبون ساعات معدودة من النوم نهارًا .

مرة أخرى أخذ بيرلموتر وهوك يعملان بحماس شديد ، ليحللا الصور ، ويحددا الاتجاه الذى يصوب إليه التليسكوب بدقة تصل إلى النانومتر (**) ، ومنذ اجتماعهم مع جولد هابر اكتسب بحثهم عاملاً ملحًا جديدًا . وسيقدم بيرلموتر اكتشافاتهم فى أكبر مؤتمر علمى فى العالم ، مؤتمر الجمعية الفلكية الأمريكية فى يناير فى واشنطن . ماذا سيقول ؟ وأرسل أهدافه بالبريد الألكترونى إلى جزر كنارى وشيلى وأريزونا وكاليفورنيا ، ثم فى النهاية إلى مرصد هابل نفسه . ثم انتظروا بعدها فى قلق ، لم يكن أمام إيزوبل هوك سوى ثوانٍ معدودة تحلل فيها كل صورة تأتى من قمة الجبل . وتناقشوا ، وهم يتحدثون مع مشغّل التليسكوب مستخدمين أجهزة عقد المؤتمرات عن بعد بالفيديو .

(*) الكامكوردر جهاز كاميرا فيديو محمولة ومسجل صوت جمعا معا فى وحدة واحدة. (المترجم)
(**) النانو جزء من البليون . (المترجم)

وعندما يكون لدى هوك بعض الوقت كانت تهوى أن تذهب للخارج وتتطلع لأعلى إلى ضوء النجم الآتى من أطراف الكون ، ليقطع كل الطريق إلى حيث تقف عند قاع البركان ، وسط نسمات تحمل رائحة عروش البوجنفيليا .

ترك بيرلموتر الهاتف ليتفحص شاشات الكمبيوتر ثانية . وكانت هوك هى وبيرلموتر هما اللذان يقرران أى النقاط تكون صالحة ، ويحددان المهمة لأعظم تليسكوب فى التاريخ ، تليسكوب هابل الفضائى الذى يتخذ مداره فوقهم بارتفاع من مائتين وخمسة وأربعين ميلا ، فيعهدون إليه بأن ينظر إلى بقعة ضوء بعيدة لنجم يعانى سكرات موته . ويستخدمون هذه الطريقة للتناول للكشف عن السوبرنوفات وهى ما زالت نشطة وينقلون هذه المعلومات فى التو لسائر العالم ، وبهذا كانوا يقتربون اقترابا وثيقا من تحقيق حلمهم .

كانوا أيضا يسابقون مجموعة أخرى . وأخذوا يرسمون نتائجهم فوق ورق رسم بيانى ، ويضاهون مسافة بعد التفجرات النجمية إزاء سرعتها وهى تنجرف بعيدا بفعل تمدد الكون ، وشكلت بياناتهم خطا محيرًا . كانوا جميعا يضجون بالحديث حول الأمر فوق شاطئ هابونا فى آخر يوم لهم هناك . وكان الخط المرسوم ينحنى لأعلى عند نهايته ، كما سبق أن طرح جولد هابر ، بما يعنى أن الكون حقا لا يتباطأ كما تقول معظم المراجع ، وإنما هو " يتسارع " . فإذا كان هذا حقيقيًا سيكون إعلانه هو إعلان العمر . إلا أنهم كانوا على درجة كبيرة من عدم التأكد ؛ فمن الممكن أن تكون هناك أخطاء فى أمور أكثر مما ينبغى . ترى هل قاسوا اللون قياسات صحيحة ؟ لماذا يختلف تحليلهم الآن اختلافا بالغ الكبر مع تحليل أسبق ؟ سارع بيرلموتر بركوب طائرة إلى بيركلى ، وهبط هناك صباحا ليجرى إلى المعمل ، ويُدخل الأرقام ، ويطبع ملصقا ، ثم يعود مسرعا إلى المطار ، حيث يقفز فى طائرة تطير إلى العاصمة واشنطن وقد حشر الرسم البيانى فى حقيبة أوراقه ، وقد اتخذ وجهته إلى الاجتماع السنوى للجمعية الفلكية الأمريكية .

شاهدتُه وهو يقدم نتائجه فى ذلك الشهر من يناير . كان مشعثا ، وقد وثب فى التو من الطائرة بعد أن ظل مستيقظا طول الليل ، لقد استعملوا أجهزة شائعة ، مثل كشافات الضوء المستخدمة فى أجهزة الكامكوردر ، وأجهزة الإنترنت ، كما قال بيرلموتر ، وبهذه الأجهزة أصبح لديهم الأدلة التى تطرح ، على نقيض النظريات ، أن الكون سيتمدد للأبد إلى ليل لا نهائى موحش . وبعدها احتشد المراسلون من حوله .

أحاطت الحشود بسول بيرلموتر فى حجرة الصحافة فى فندق هيلتون جورجتاون ، وقد أصبح النجم لاجتماع الجمعية الفلكية الأمريكية . فهو يطرح حلا ممكنا لإحدى أكبر المسائل فى علم الكون ، ولحسن الحظ كان يشاركه فى لجنته أربعة باحثين آخرين يستخدمون مناهج أكثر تقليدية ، وقد حصلوا تقريبا على نتيجته نفسها . بعد أن ألقى حديثه تجمع المراسلون حوله طيلة ساعة ، يسألونه السؤال تلو السؤال ، وسأله الكتاب ، كيف أمكنك أن تأخذ مرصد هابل وتوجه وضعه وترقب احتضار نجم يتواصل لثلاثة أسابيع بأكملها ، فيما حدث منذ سبعة بلايين عام ؟

كان المكان ملائما كل الملائمة لإلقاء تقريره عن نتائجه ، ذلك أن مديرى التمويل فى المؤسسة العلمية القومية وفى مركز الفيزياء الفلكية كانوا جميعا حاضرين هناك . ولم تقتصر الإشادة بقصتهم على صحيفة " النيويورك تايمز " ، وإنما كانت فى كل الصحف وأخبار التليفزيون عبر كل أنحاء القطر . فهذه أخبار هائلة تقول لنا إن " هناك نوعا من فيزياء جديدة يحدث الآن " ، كما قال دافيد سبيرجل عالم الفيزياء الفلكية فى برينستون " للواشنطن بوست " . أما بيرلموتر فقد اكتشف أن لديه الموهبة التقليدية لعلماء الفلك ، موهبة حسن الدعاية .

إلا أنه اختار أن يقلل نوعا من أهمية نتائجهم الأكثر روعة . وعلق أحد المراسلين على تسارع الكون كما تتضمنه معطياتهم ، وهو جيمس جلانز من مجلة " ساينس" ، بينما أشار مراسلان آخران إلى ذلك فيما بعد . لحقتُ بعدها ببيرلموتر فى البهو بينما كان يتلكأ مع بعض فلكيين شبان آخرين ، وهو ما زال سعيدا بالإجابة عن الأسئلة ، ومراجعة ما كانوا يفعلون . على أنه كان هناك بعض الأفراد فى فريقه الصغير ظلوا طيلة حياتهم متشككين فى مدى ما كان ينبغى أن يكونوا عليه من الحذر .

- ٤ -

عُين موعد فى الشهر التالى لعقد اجتماع أصغر كثيرًا فى (مارينا ديل راى) بكاليفورنيا ، وكان سيتحدث فيه فريقا السوبرنوفا معًا . كان اكتشاف التسارع ، أو فكرة أن الأجرام فى الفضاء تتحرك حركة أسرع وأسرع وهى تبتعد أحدها عن الآخر ، اكتشافا

ضخما يماثل فى أهميته ما رصده هابل أولا فى ١٩٢٧ من أن الكون يتمدد . وإذا كان الكون يتسارع فإن هذا يهز أساس الفيزياء كله . فهو يعنى أن هناك قوة أو طاقة غير معروفة بالكامل ، تفعل مفعولها .

والمشكلة بالنسبة لفريق بيرلموتر هى أن هامش الخطأ لديهم أو حدود الخطأ كانت لا تزال أكبر مما ينبغى بالنسبة لإعلان تصريح هائل هكذا ، أو أن هذا ما أحسوا به . إلا أن الفريق المنافس قد توصل الآن إلى معرفة بياناتهم حيث إنهم قد أعلنوا عنها . ماذا ينبغى أن يفعلوا ؟ عرض بيرلموتر بياناتهم مع حدود خطئها قائلا إن لديهم " دليلا " على التسارع، ولكنه ليس برهانا .

ثم نهض أليكس فليبينكو ليخاطب المجموعة . وبدأ يتكلم مستمتعًا بتلك اللحظة ، ليقول " حسنا ، إما أن لديكم اكتشافا أو ليس لديكم شيئًا . ونحن لدينا الدليل ، وحدود الخطأ لدينا أصغر كثيرًا وأفضل فهما . نحن لدينا لأول مرة الدليل الحقيقى على وجود قوة جديدة لها مفعولها فى الكون وهى " مضاد الجاذبية " .

ثار بعدها الاضطراب فى قاعة المؤتمر ، ومرة أخرى كان جيمس جلانز من مجلة " ساينس " هو أول من حصل على القصة ، وإن كان الصحفيون الآخرون قد تبعوه بسرعة . كان النتوء فى أعلى قمة الرسم البيانى لفريق " زد العليا " يدفع بنيان الفيزياء من فوق جرف . وكان هناك رئيس مشارك " لزد العليا " وهو بريان شميدت بمرصد مونت ترروملو وسليدنج ، سبرنج فى أستراليا علق قائلاً ، " إن هذا أمر يقع بين الإبهار والروع " . وقال مايكل تيرنر المنظِّر بجامعة شيكاغو " هذا سحر " ، وقال الزميل روكى كولب " هذا جنون " ، مقارنا اكتشاف المادة المفقودة فى الكون بفيلم لإخوان ماركس (*) حيث يتزايد ويتزايد احتشاد الناس فى مقصورة قطار، بما يؤدى للفوضى .

إذا كان الكون يتمدد بسرعة أكبر وأكبر ، فإن الأمر لن يقتصر على خطأ ما تحويه المراجع ، بل إن ما يقرب من ٧٠ فى المائة من طاقة الكون سيكون مفقودًا . وهذه الطاقة الغامضة تدفع ذلك التسارع الذى لم يسمع به من قبل . كانت هذه النتيجة بالغة الإذهال

(*) إخوان ماركس ممثلون هزليون اشتهروا فى أفلام ثلاثينيات القرن العشرين . (المترجم)

حتى إن منظرين كثيرين تصدوا لها وهم محقون فى ذلك . وقال تيرنر محذرًا : " الدعاوى الخارقة للمعتاد تتطلب أدلة خارقة للمعتاد " . وأضاف منظّر آخر : " إن دوافع التنافس قد دفعت هذين الفريقين معا لاتخاذ مواقف ينبغى ألا يكونوا فيها ، لأنهم ليس لديهم بعد حجة دامغة " .

بينما أخذ أفراد الفريقين فى العمل على دعم دعاواهم ، كان على أليكس فيليبنكو أن ينطلق فى رحلة اعتزال رُتب لها منذ زمن طويل ، مما يجرى غالبًا عند التقاعد ، وكان من أنسب ما حدث أن أصغر أعضاء فريق " زد العليا " وهو آدم رايس لاعب كرة القدم ، قد وجد نفسه فجأة فى برنامج " ساعة أخبار ماك نيل – ليهرر " (العرض المفضل لدى والده) وهو يناقش معنى المكان والزمان ، ويقول رايس متذكرًا ، "(سألونى) ، لماذا ينبغى أن يهتم الناس بذلك ؟ وقلت ، حسنًا ، لماذا أنا موجود فى هذا العرض ؟ " كان رايس هو الذى نفذ معظم العمل الشاق . وهذه هى المرة الوحيدة التى يحدث فيها أن باحثا عن الوظيفة بعد الدكتوراه هو الذى ينال التمجيد عن إجراء البحث . كان رايس ، وهو أصغر أعضاء الفريق ، يبرهن هكذا على أن علم فلك جديدًا قد أخذ يمسك بزمام الأمور ، وهو يقول فى ترديد لكلمات جوث ، " كان هذا شيئًا قد اعتقد معظمنا أننا فحسب لن نعرفه قط " .

أما بالنسبة لفريق بيرلموتر ، فبعد كل ما بذلوه فى تلك الأبحاث ، نالهم كل الرفض . والتهبت نيران الانتقادات الموجهة إليهم : فإما أنهم على جسارة " لأكثر مما ينبغى " أو أنهم "ليسوا " جسورين بما يكفى ، وهم فى الحالين مجرد فيزيائيين أكثر خرقا من أن يزاولوا فن علم الفلك الدقيق أبلغ الدقة . ولم يُرجع كيرشنر أى فضل لهم فى مناقشاته فى الصحف ، حتى وإن كانت طريقتهم هى التى جعلت هذا الاكتشاف ممكنا . وقال بنيباكر متشكيا ، " إنما أرجعوا له الفضل لأنه من هارفارد " . وقال جيرسون جولدهابر الذى يكون عادة رصينا ، " إن لديهم اتصالات أفضل بالصحفيين " . بل إن ما كان بينهم من ضغينة سوداء تعوقهم جميعًا ، أصبحت حتى أكثر سوءًا .

وقال كيرشنر لصحيفة " نيويورك تاميز " ، " كيف ، ما هى أشد قوة فى الكون ؟ إنها ليست الجاذبية ، وإنما هى الغيرة " . وصاحب ذلك صورة له أمام مركز هارفارد – سميثسونيان المهيب للفيزياء الفلكية ، وهو يبتسم ابتسامة عريضة فى انتصار .

أثار إعلانهم عن نتائجهم الكثير من الحيرة والتكذيب المطلق حتى إنه تم استدعاء بيرلموتر ورايس وكيرشنر ، كلهم معًا إلى جلسة مكاشفة في مؤتمر عقد في مايو ١٩٩٨ بمعمل معجل فيرمي القومي . واحتشد المنظرون والتجريبيون معًا في مروج الينوى في اجتماع اسمه " أين تكون الطاقة المفقودة ؟ " كان المنظرون في لهفة لإبداء شكهم في تلك النتائج وتحديهم لها ، وفي لهفة لمعرفة المزيد . وكان معجل الجسيمات الضخم في معمل فيرمي يوفر خلفية مناسبة ، وذلك لأنه الماكينة التي دعمت دعما متينا آخر جزء في النموذج المعياري للفيزياء والكون .

وبينما كان الزيز يئز في الخارج ، كان الباحثون يتصارعون حول الاكتشافات ، وإذا كان الأمر ، كما كان معظمهم يعتقدون ، إن الحساء الكوني قد انفجر أسّيا في الانفجار الكبير ، ليتضاعف حجمه في كل لحظة منذ أول جزء من التريليون من الثانية من عمره ، فإن الأمر فيما يبدو في أول سبعة بلايين عام من عمر الكون ، هو أن الكون أخذ في التباطؤ حقًا ، على أن الأدلة من تجارب السوبرنوفات تطرح أنه عند نقطة ما حرجة ، حيث تقل الكثافة ، تتدخل قوة أخرى تنافرية ، لتدفع المادة لأن تزداد وتزداد سرعة .

ويدا أن هذه القوة هي " الثابت الكوني " المشهور لأينشتين ، الذي أضافه إلى نظريته عن النسبية العامة في ١٩١٧ . وقد أضافه أينشتين لأنه كان يبدو أن النسبية العامة تتنبأ بأن الكون ينبغي أن يتقلص بتأثير وزنه الخاص به . وعندما اكتشف إدوين هابل أن الكون يتمدد ، نبذ أينشتين ثابته على أنه " أكبر خطأ في حياتي العلمية " . وها هو الثابت الآن يُبعث من جديد . وإذا كان الكون يتسارع ، فلابد من أنه كان يوجد سابقًا بعض طاقة هائلة غير معروفة . هل كانت الطاقة المفقودة هي الثابت الكوني لأينشتين ، أو أنها شيء أكثر دينامية يتغير عبر الزمان ؟ وكما يقول بول شتينهارد من برينستون ، " إنها لقضية مهمة ، فهي تعني أن جزءًا له قدره مما يوجد هناك في الخارج لم نكن حتى نفكر فيه من سنوات معدودة . وهذا هو السبب في أن من المهم على وجه الخصوص أن نفهم إن كان هذا شئ متسق وثابت إلى حد كبير ، أو أنه شئ دينامي ومتغير . وهذا أمر مهم معا بالنسبة للفيزياء الأساسية وبالنسبة أيضا لعلم الكون " .

ترى ما الذى يجرى ؟ سمى شتينهارد الطاقة المفقودة (بالخلاصة)، على اسم العنصر الخامس عند أرسطو (*) . و (الخلاصة) هذه لغز أساسى ، عقبة رئيسية بدت ، وكأنها السلف لتغير جذرى فى الفكر العلمى . هل (الخلاصة) هى الشىء نفسه مثل المادة المظلمة ، المادة التى لا تُرى ويبدو أنها تمسك بالمجرات معًا مثل حديد موصول ؟ يبدو أن الأمر ليس هكذا . ويبدو بدلا من ذلك أن هذه الطاقة أو القوة لم تُظهر مفعولها إلا بعد ما يقرب من سبعة بلايين عام ، أخذ التمدد أثناءها يتباطأ بالفعل كما تتنبأ النظرية المعيارية . على أنه ما إن انخفضت كثافة الكون لأقل من نقطة معينة ، حتى اندفعت " القوة المضادة للجاذبية " لتسهم فى الأمر - فأعادت فجأة إحياء تفجر المادة كلها للخارج ، وتقبع الإجابة فى دليل السوبرنوفات ، وكما قال بول شتينهارد للمراسلين فى غذاء خاص بمعمل فيرمى ، " أدلة السوبرنوفات لن تخبرنا فحسب عما يتكون منه الكون ، ومن أين أتى ، و إلى أين المصير ، ولكنها أيضا ستربط معا قوانين الفيزياء " . وعلا صوته فوق قرقعة شوك الطعام البلاستيكية وطنين أشرطة التسجيل وهو يقول ، " ويجب أن ينبثق ذلك عن قانون أساسى من قوانين الفيزياء ، ونحن فى حاجة لأن نعرف كيف يكون شكل ذلك ، ليس فحسب من أجل علم الكون ، ولكن ذلك أيضا من أجل هؤلاء الأفراد الذين يحاولون الوصول إلى أقدس الكئوس كلها - النظريات الموحَدة للقوى الأساسية . فلدينا هنا مكوّن جديد لم نتوقعه من قبل يُفرض فجأة علينا " . وأضاف وهو يصادق على طريقة النهج البينى الجديدة لتناول العلوم ، " هذه فرصة يوفر فيها علم الكون هديته لفيزياء الجسيمات " .

سرعان ما تغيرت المبررات الأساسية ثانية خلال شهور معدودة ، فحدث أن خُط مزيد من الأرصاد على رسوم بيانية متقنة ، وعرضت على شفافات أجهزة عرض فوقية ، وأعيد تصويرها فى مجلة " ساينس " والصحف الجماهيرية ، لتؤكد أن الكون قد أخذ يتسارع عند حوالى منتصف تاريخه الذى يبلغ ١٤,٢ بليون عام . مما تكون هذه الطاقة الغريبة التى تضاد ما فى المادة من تجاذب ذاتى طبيعى ؟ أيا كانت الإجابة ، فإن فريقى السوبرنوفات الاثنين قد أخذا هذا البحث عن طبيعة الكون الحقيقية خارج نطاق الفلسفة ، ودخلا به إلى نطاق العلم . ويقول بيرلموتر ، " يوجد فى العلم عادة تراث يجب

(*) العنصر الخامس عنصر أضافه أرسطو إلى عناصر أنبادوقليس الأربعة ، وهو الأثير الذى تتكون منه الأجرام السماوية . (المترجم)

على المرء أن يتوافق معه . هل تتوافق معطياتك مع التراث ؟ أما فى هذا المجال فليس هناك تراث ، ولا معطيات سابقة ، فهو مجال مجهول بالكامل ".

فى نهاية اجتماع معمل فيرمى ، أثناء عزف تليمان فى مباراة على الفلوت للمدارس الثانوية للولاية ، وبينما يتردد صدى الموسيقى فى القاعة الكبرى بمعمل فيرمى ، اجتمع شمل بيرلموتر وآدم رايس معًا على طاولة لشرب القهوة ، وهما يقارنان المشاكل العلمية برسومهما البيانية بينما تنبعث الضحكات والفكاهات من حولهما من المساهمين الآخرين المتعبين من المؤتمر . وانتهى ما كان من توتر فى النقاش المحتدم بالمؤتمر ، وأخذ كيرشنر ، وجوث ، وشتينهارد ، وتيرنر ، وكولب ، هم وآخرون يضعون الخطط لقضاء سهرة السبت فى شيكاغو . كان أفراد مشروع سوبرنوفا علم الكون ما زالوا يشعرون بالحساسية من الطريقة التى اقتُبس بها تكنيكهم بدون إرجاع الفضل إليهم . وامتعض كيرشنر وفيليبنكو من اتهامات منافسيهم . كانت التوترات بين الفريقين من نوع شخصى وانفعالى ، إلا أن الأهم من ذلك أنها كانت فلسفية : هل المطلوب أرصاد أقل تؤدَّى بحرص أكبر أو أرصاد أكثر تؤدَّى بحرص أقل ؟ على أن الأمر فى النهاية هو أن بيرلموتر ورايس ليسا إلا غلامين شابين ، يخطان خريشة فوق إحدى فوط المائدة ، وهما يرشفان القهوة ويحاولان إنجاح نوع من بدعة ، وما لبثت الفوطة أن أُلقيت لأدوس من فوقها ثم أستعيدها ثانية .

كانت النتائج الجديدة فى علم الفلك فيما يسبق العقد الأخير من القرن العشرين لا تتأتى إلا نادرًا . وكان لايحدث إلا مرة واحدة كل عدة عقود أن تظهر بعض معطيات تغير الأمور تغييرًا حقيقيًا . ولكن آلان جوث عالم معهد تكنولوجيا ماساتشوستس ، لا يلبث أن يقول ، " نحن الآن ندخل عصرًا يمكننا فيه أن نسبر فى الوقت نفسه الكون فى أزمانه المبكرة جدًا ، وأزمانه المتوسطة ، وفى زمنه الحالى . ومن المذهل أنه يبدو حقا أننا خلال السنين الخمس التالية ، أو ربما العشر ، سوف نظفر بالإجابة عن كل تلك الأسئلة التى بدا أنه لا حل لها بالكامل كل تلك السنين . وأعتقد أننا خلال خمسة إلى عشرة أعوام سوف نعرف إن كان الكون مسطحًا أو مفتوحًا أو مغلقًا (*) ، وسوف نعرف

(*) الكون المسطح يظل تقريبا على ما هو عليه الآن ولا يتغير إلا هونا ، والكون المفتوح لا يتوقف عن التمدد ، والكون المغلق لا يلبث أن يتقلص على نفسه . (المترجم)

بقدر كبير من الدقة مقدار ثابت هابل (معدل التمدد) ، وسوف نعرف كذلك بقدر كبير من الدقة ما تكونه كثافة الكتلة ، وما إذا كان هناك ثابت كونى أم لا . وهذه الأسئلة كلها بدت لنا منذ خمس سنوات مفتوحة بالكامل بلا إجابة " .

ولَف علم الكون بين استخدام الكمبيوترات ، والروبوتيات ، وشبكة الإنترنت، والاستشعار بالفيديو ، وبهذا أخذ يتقدم إما تجاه تأكيد ما نعتقد أننا نعرفه ، أو تجاه أن تحدث فيه ثورة ، إلا أن العلماء ليسوا جميعا متفقين على أن علم الكون والفيزياء يدخلان إلى عصر جديد ، وكمثل ، فإن ريتشارد مولر بمعمل لورنس بيركلى لم يكن يوافق على ذلك ، وهو يقول : " قال لى لوى ألفاريز فى الأعوام المعدودة الأخيرة من حياته ، إنه لو كان عليه أن يدخل إلى علم الفيزياء الآن ، لما استطاع فعل ذلك أبدًا ، وقال إنه فحسب لا يستطيع تحمل البيروقراطية " . أما بالنسبة لما فعله بيرلموتر ، فإن مولر يقول : " حتى ينفذ المرء مشروعًا يستغرق زمنًا (كمشروع بيرلموتر) فإنه فى يومنا لن يستطيع الحصول على أى دعم ، من حسن حظ بيرلموتر أنه كان يعمل فى معمل لورنس بيركلى ، ومع ذلك فقد كان عليه أن يدفع ثمن ما فعل . فكان عليه أن يتنازل عن شغل مناصب فى الكلية ، وكان عليه أن يمارس مخاطر شخصية ، وأن يعمل فى وظيفة مرتبه فيها غير مضمون ، وأن يعيش هذا النوع من الحياة على حبل مشدود . لا يوجد من حولنا فى هذه الأيام أفراد كثيرون مثل سول " .

بل وحتى بيرلموتر أقر هو نفسه بأن الأمر كان صعبا ، وتساءل بصوت مرتفع أين يمكن أن تتأتى اليوم ابتكارات كهذه . للإجابة عن ذلك ينبغى أن ننظر إلى الطريقة التى فعل بها ذلك هو نفسه ، ويقول كارل بنيباكر ، " نجح بيرلموتر لأنه كان يسعى وراء المسائل الكبيرة ، والمرء عندها يندفع قدمًا حتى وإن كان لايعرف كيف سيتغلب على المصاعب ، وهذه هبة وهبها لنا لويز . كان هناك فى معمل لورنس بيركلى جو من الدعم . وكان يمكن للمرء أن يكون مناضلا . لأنه قد حصل على بعض مال يبدأ به " . وكانوا أيضا على مقربة من صناعات عديدة أخرى وأقسام مبرزة – فأمكنهم الحصول على أفضل الكاميرات وأفضل مبرمجى الكمبيوتر .

توفر لبيرلموتر الدعم من والديه والمشرفين عليه . وكان هو وبنيباكر يتسمان بأنهما قادران على انتهاز الفرص ، وأنهما عمليان ومحظوظان . وعندما بدآ بحثهما

كان هناك تكنولوجيات جديدة قد أصبحت قابلة للتطبيق ، تكنولوجيات الإنترنت ، وتليسكوب الفضاء ، ووسائل البحث بالروبوت والكمبيوتر . وهذا التجمع من التكنولوجيات جعل مشروعهما ممكنا ، وإن لم يجعله حتميًا . وحتى يجعل بيرلموتر المشروع واقعًا يحدث كان لديه نموذج ألفاريز . وموارد معمل لورنس بيركلى ، وإرشاد جولد هابر ، بل وهناك حتى منافسة تثير حمية المباراة . وكان له أيضا سمة نادرة وهى أنه حقا مهذب بحيث يجعل الناس يريدون مساعدته ، فكان يتودد لينال وقتًا إضافيًا على التليسكوبات فى كل أنحاء العالم ، ثم يساعد فى إرشاد فريق دولى كبير ، " ومرة أخرى يخطر لى أن الاتسام بالتهذب يكاد يكون مطلبا لمزاولة علم المنظومات المعقدة الجسور إذا كان المرء يريد أن يقنع الآخرين بقضيته " .

فى نهاية ١٩٩٨ ، وصفت مجلة " ساينس " الكون المتسارع بأنه " الإنجاز الخارق لهذا العام " . وتدفقت السوبرنوفات الجديدة ، وتم الاتفاق على ما قرره الفريق من أن تسمى هذه السوبرنوفات بترتيب أبجدى على أسماء المؤلفين الموسيقيين الكلاسيكيين بدلا من تسميتها بالأرقام كما كانوا يفعلون . وبحلول الربيع كان لديهم سوبرنوفا ألبنونى و برامز ، كما أصبح لديهم أدلة واضحة تبين أن الكون يغير من سرعته . وبالطبع ، فإنه لا يوجد أبدًا فى علم الفلك شىء واضح وضوحًا كاملا. سأل أحد الفلكيين آلان سانديج فى مؤتمر فى ١٩٩٩ ، " ماذا تعتقد ياعم آلان فى لامبدا ؟ " : وأجابه ، " ليس الكثير " .

كان جاليليو جاليلى فى ١٦٠٠ فى السادسة والثلاثين من عمره ويعمل أستاذًا للرياضيات فى جامعة بادوا ، وسمع عن آلة تجعل الأجرام البعيدة تبدو قريبة . اختُرعت هذه الآلة فى هولندا باستخدام عدسات النظارات ، ولكنها كانت تستعمل هناك للأغراض الحربية وحدها ، وكان جاليليو أول من وجهها إلى القمر والسماء ، وكتب كراسات ملاحظات منهجية عما يراه ، مما أدى إلى هز صرح الثقافة فى أوروبا من أساسه . وحدث قبل مشروع سوبرنوفا علم الكون بسنين أن سعى فريق دانمركى وراء نفس الهدف مستخدما تليسكوبات روبوتية يشغلها الكمبيوتر . إلا أن التكنولوجيا لم تكن وافية تمامًا، وتوقف الفريق عن البحث .

يؤدى كل تقدم تكنولوجى إلى أن يزيد من قوة إبصارنا للكون ، حتى وصلنا إلى نقطة بدا لنا عندها أننا سنكشف الغطاء عن العمر المضبوط للكون، وبالتالى عن مفتاح

مهم لبدايته . وأخبرنى آدم رايس فى اجتماع فى معمل فيرمى ، " إننا وصلنا إلى أن عمر الكون هو ١٤,٢ بليون سنة ، وبالنسبة لى ، فإن من المذهل أننا نستطيع الإجابة عن أمر كهذا ، أعنى أن الأمر بدأ ونحن نعتقد أننا فى المركز من المنظومة الشمسية . وبعدها ، حسن ، لسنا فى المركز. طيب ، ثم عرفنا بعدها أن المادة التى صنعنا منها ربما لا تصنع معظم الكون ، فهذا ربما قد صنع من مادة مظلمة " . وتوقف وأنا أنظر إلى الفوطة التى كان يخط عليها فى خربشة هو وبيرلموتر ، " أين نحن الآن ، لعلنا سندرك الآن أنه حتى نوع الطاقة الذى تعودنا التفكير فيه ، نوع الطاقة التى تؤثر فينا يوما بعد يوم ، هذه الطاقة ربما لا تشكل معظم الطاقة الموجودة فى الكون . وبالتالى فإننا ربما نكون غير نموذجيين بأى حال . فنحن غير متلائمين مع الوضع وغير طبيعيين ، وحدسنا يمكن أن يكون خطأ بالكامل . نحن ربما لا نعرف ما يفعله معظم الكون ، ولا معظم ما يتكون منه الكون . أعتقد أن هذا مذهل للغاية " .

يتميز علم الفلك الجديد بالتوقيت ، وبتكنيكات لعلوم أخرى ، وبالتكنولوجيا ، وإقامة الشبكات المعقدة ، والخيال . ويبدو أن هذا ليس نهاية الأمر وإنما هو البداية . عندما عرضت على بيرلموتر الفوطة التى خط عليها فى خربشة ، ضحك وقال ، " إن مالا يدركه الناس هو كم يكون فى هذا الأمر من متعة " .

آخر ما طُرح من اقتراحات فى مشروع سوبرنوفا علم الكون هو بناء قمر صناعى كامل يسمى " مجس تسارع السوبرنوفا " ، لمتابعة ألفى سوبرنوفا سنويا ، الأمر الذى ربما يؤدى إلى تحديد الهوية المضبوطة لما يبدو أنه قوة جديدة غامضة فى الكون . وإذا تمت الموافقة على هذا القمر الصناعى ، سيتم إطلاقه وتشغيله بحلول ٢٠٠٧ ، على أساس الإنجازات الناجحة للفريقين . وفريقا السوبرنوفات يماثلان فريقى أوركسترا متنافسين يعملان من خلال تجمع للعديد من العلوم وطرق التناول والأجهزة حتى يخلقا عهدا جديدا من علم الكون ، والحقيقة أن بيرلموتر قد سمع فى التو أن جوف مارسى مكتشف الكواكب يعزف التشيلو وهو فى حاجة إلى عازف ينضم إلى فريقه الوترى الرباعى .وتركته وهو على وشك أن يلتقط الهاتف ليحادثه .

فن ركام الحطب

جريتشين دايلى
وخدمات الطبيعة

- ١ -

عاشت ثلاث شابات فى الدور العلوى فوق مخبزهن بمبنى أسمنتى فى مدينة سان فيتو الصغيرة بالقرب من الحافة الجنوبية لكوستاريكا . وكان فى سان فيتو حلقة مصارعة ثيران لا تقام فيها إلا مصارعات ثيران وهمية . وهناك القليل من محلات البقالة الصغيرة بطول الشارع الرئيسى الذى يخلو من المصابيح ، وتطلع فى الصباح روائح الفطائر مثل فطيرة " الألبان الثلاثة " فتتصاعد مثل روائح الزهور خارج المخبز ، أما فى المساء فهناك رائحة خبز العيش وفى وسطه الجبن ، بما يجلب لمحل الباناديريا العمال من مزارع البن ومزارع الماشية المنتشرة فوق الجبال ، فيقضون وقتا فى تبادل حديث سريع قبل العشاء .

جريتشين دايلى بيولوجية من أصحاب مبدأ الحفاظ على البيئة ، تبلغ الواحدة والثلاثين ، وهى تتذرع بأية حجة لتتوقف عند الباناديريا وتتناول فطيرتين منتفختين من جوز الهند المسكر ، بعد العودة من عملها فى الحقول الحارة الرطبة . كانت تحب نساء المحل وكثيراً ما كانت تلتقط منهن معلومات حيوية . وكانت أحبهن إليها ماجالى شافز – ليون ، وقد دفعت مصاريف تعليمها بالمعهد العالى المحلى من مبيعات المخبز من الخبز والفطائر ، وكثيرا ما كانت تسأل عن أحوال بحث دايلى .

ودايلى نحيلة ولها شعر أشقر جامح ، وعينان فولاذيتان . وهى تستيقظ قبل الفجر لتدور مستطلعة فى أفنية الناس الخلفية ، وحقول المزارع ، وأجزاء من الغابة ، حاملة

نظارة معظمة ، وكراسة ملاحظات تسجل فيها ما يوجد من طيور تعيش فى مواطن بيئية تغيرت بواسطة الإنسان . طيور مثل صائد البعوض الاستوائى ، وطائر الموتموت بتاجه الأزرق ، وطيور الداكنى ذات الأوراك القرمزية . وطيور التناجر من مختلف الأنواع ، وكلها يعلو منها معا هتاف هائل مثل إحدى السيمفونيات . وتقول جنيفر هيوز (طالبة الأبحاث) عند دايلى ، " هذا عمل يبلغ من جماله أن المرء يكاد يحس بأنه لا يعمل " .

كانت دايلى تقود تجارب وإسهامات عديدة تسعى بها أساسًا إلى توسيع دراسة الإيكولوجيا (*) ، مع التركيز على الأنواع التى يرجح أن تبقى حية على الرغم من الضغوط البشرية ، وأخذت تدير عمل مجموعة بحث صغيرة ، وهى تسأل الأسئلة الكبيرة حول التفاعلات المعقدة فى الطبيعة ودورنا فيها ، وهكذا أخذت تدرس الطيور ، والفراشات ، وحشرات أبى دقيق ، والخنافس ، والثدييات وتنشئ وسائل الاستشعار عن بعد بقمر صناعى يبحث شئون صحة المنظومة الإيكولوجية ، وهى تود بذلك إنشاء قاعدة علمية للسياسات اللازمة لاستدامة منظومات دعم الحياة فى الأرض.

ورأى بعض النقاد أن هذه مسائل أكبر مما ينبغى ، وأن ثقتها فى بحثها مبالغ فيها ، وتجيب دايلى قائلة : " على المرء أن يبدأ من نقطة ما " . إن البشر يفجّرون الآن سادس نوبة انقراض عظيم فى تاريخ الأرض ، وفيما يبدو فإن الآلاف من الأنواع أخذت تختفى فى كل سنة ، بل إنه عندما يضيع حتى نوع واحد فإنه يحوى ما يساوى موسوعة من المعلومات الوراثية ، وحسب استدلال دايلى ، فإنه إذا كان البشر يهيمنون على الأرض ، فسيلزم للعلماء أن يدرسوا كيف تبقى النباتات والحيوانات حية فى مواطن البيئة التى يغيّر البشر منها ، وهذا علم متكامل بمنهج بينى به صفقات مقايضة ، ويطرح سؤالا هو : ماذا يكون خالص الفائدة أو التكلفة بالنسبة للمجتمع الذى يحمى الوحدة التالية فى أحدى المنظومات الإيكولوجية ؟ أو فى الحقيقة ، ما هى الفرص التى يمكن أن تتاح من أزمة بيئية ؟ نعم ، هذه مسائل يبلغ من صعوبتها أن تتجاوز رؤية العلم العادى ، وقد يكون من الأسهل كثيرًا على المرء أن يجرى أبحاثا داخل أحد المعامل . ولكن هذا لا يعنى أن علينا أن نستسلم .

(*) الإيكولوجيا فرع علم البيولوجيا الذى يدرس العلاقات بين الكائنات الحية وبيئتها . (المترجم)

ركز علم الإيكولوجيا فى معظم تاريخه على الطبيعة الخالصة معزولة عن البشر . وأجرى إدوارد ويلسون دراسات تعد علامات للطريق ، أجراها على النحل فى جزر الكنارى ورسخ بها أداة قياس " الجغرافيا البيولوجية فى الجزر " ، أى دراسة الأنواع فى أجزاء معزولة من الأرض . وأصبح هذا العمل المستقبلى نموذجًا يقاس عليه كل بحث فى المستقبل ، على أن المشكلة كانت أن معظم المنظومات الإيكولوجية نادرًا ما تعمل كجزر معزولة فى عالم يسيطر عليه البشر . فحشرات تلقيح النباتات والمحاصيل البرية تعشش فى منتزهات المدن ، أو المساحات الخاوية أو على طول مسار قضبان السكك الحديدية ، والطبيعة بدورها توفر موارد ثرية للمدن – موادها الخام ، والهواء النقى ، ووسائل التحكم فى فيضان الماء والجفاف . وإذا كان الآخرون قد درسوا الجزر ، فإن دايلى كانت تدرس التفاعلات ، وأسمت بحثها " الجغرافيا البيولوجية للريف " .

لم يكن الأمر مجرد خلاف أكاديمى . فقد أجرت دايلى أبحاثا وصلت بها إلى أن تكون بين أعضاء (نادى القرن) فى صحيفة " نيوزويك " وعلى الصفحات الأولى لأقسام الأعمال المالية فى الصحف ، وقد أجرت هذه الأبحاث لتساعد الحكومة فى التقدير الكمى لخدمات الطبيعة كجزء من التغير فى اتجاه طريقة تفكيرنا حول الحيوانات ، والنباتات ، والمناخ ، وعلاقة البشر الملائمة بأديم الكوكب الهش الذى نعيش من فوقه . وكلما ظهر خلاف فى السياسة ، تكون المشكلة أن القائمين بالتنمية يستطيعون دائما تقدير كم الوظائف والنقود التى تتولد عن المُنشأ الجديد ، ولكن أحدا لايقدّر كميا قيمة خدمات الطبيعة الضائعة ، مثل تنظيم المناخ ، والحماية من الفيضانات وغير ذلك من الكوارث ، أو إنتاج الطعام والعناصر المكونة للأدوية ، وأرادت دايلى أن تزود الحكومات بهذه الحسابات . كتبت صحيفة " نيويورك تايمز " صورة لشخصيتها فسألتها فيها " ماذا تكون قيمة الطبيعة ؟ " فأجابت وهى تتعمد الخطأ ، " من أجلك أنت ، تبلغ قيمتها ثلاثة وثلاثين ترليون من الدولارات " .

حدثت تغيرات كثيرة تجعل تحليلها لخدمات المنظومات الإيكولوجية أكثر وأكثر إمكانا . فأولا ، ظهرت أدوات جديدة مثل وسائل الاستشعار عن بعد ، والبرمجيات المتقدمة للكمبيوتر ، والتصوير بالأقمار الصناعية ، كلها تجعل فى الإمكان إنشاء قياسات لأنشطة الطبيعة تزداد وتزداد تركبا . وثانيا، ظهرت طريقة تناول جديدة فى أداء

العلم ، تولف بين فروع علمية مثل علم الأرصاد ، والاقتصاد ، والإيكولوجيا ، والبيولوجيا والكيمياء ، مما جعل هذا الزمن هو الوقت المناسب للباحثين بمنهج العلوم البينية الذين لديهم العزيمة للمخاطرة . وثالثا ، اعتبرت دايلى أن من الأمور الأساسية أن تنطلق خارج نطاق العلم التقليدى لتجرى الأبحاث مع أفراد من كل مسارات الحياة وفى أنحاء العالم كله - مع رجال أعمال ، وأمهات ، وقرويين ، ومنتجى أفلام سينمائية ، وأجراء مزارع . وكانت تذهب إلى الباناديريا فى سان فيتو وإلى الحقول ، حيث تستشير الأزواج الذين يصطادون والأطفال الذين لهم معرفة بالخنافس والحشرات أفضل من الصيادين . ويشرح لها الفلاحون ما يزرعونه من المحاصيل والسبب فى ذلك . وكانت تصر على أن يدرس (طلبة الابحاث عندها) اللغة الإسبانية قبل حضورهم . ودايلى هى واحدة من القلة من الإيكولوجيين الذين يتشاورون مع خبراء الشركات والاقتصاد ، والزعماء ، وهى تحاول أن تفهم المشاكل من خلال وجهة نظرهم هم . وأشد ما كانت ترغب فيه هو أن تتخلص من تلك الفكرة الرومانسية القديمة التى تضع الطبيعة معزولة إزاء البشرية ، وهذا تعارض قديم قدم ووردزورث ، وجارف مثل فيرجيل وأفلاطون .

كان لديها حوالى عشرة مشاريع من هذا النوع تُجرى معا فى الوقت نفسه . فهى تكتب مقالا عن التنوع البيولوجى والسعادة لكتاب لمجلة "ناشيونال جيو كرافيك" ، وتشارك فى تأليف ثلاثة مقالات تقدم إلى مجلات تخضع للتحكيم وتدور حول موضوعات جارية مثل بحثها فى سان فيتو ، وتكتب طلبات للمنح ، وتعطى دروسا لطلبة الجامعة ، وتظهر فى أنشطة جماهيرية فى كل أنحاء العالم ، وتعطى المشورة لحكومة الولايات المتحدة ، وتبتكر خطط مشاركات فى استثمارات إيكولوجية . ويكفى أى "واحد" من هذه المشروعات لشغل سنوات عديدة من الحياة المهنية لفرد واحد . وتتحدث دايلى عن حماسها فى متابعة العمل بعلم من نوع له أهميته ، فتقول ، "إنها لعنة ، ولكنى أحس أحيانا أنى إن لم أفعل ذلك ، لن يفعله غيرى سوى قلة بالغة" .

ودايلى تنفذ أبحاثها بصورتها الكبيرة وهى معروضة تحت ناظرى الجماهير - فى التليفزيون ، والراديو ، والمجلات الشعبية ، وهى بذلك تدخل فى مخاطرة أخرى . وانتقد بعض الباحثين طريقة تناولها هذه باعتبار أنها متوسعة وجارفة أكثر مما ينبغى . وأبدى آخرون إعجابا مفرطا بها . فيقول هارولد مونى رئيس قسمها ، "دايلى لا تخاف .

وهى عندى بطلة " ، ويقول بول إرليخ الذى شاركها فى أبحاثها زمنا طويلا ، " دايلى هى ما ينبغى أن يكونه العلم " .

لم يكن الأمر سهلا ، وأحست دائما أنها تحت ضغط : فعليها أن تفعل المزيد . وهى تستطيع أن تفعل المزيد . وكما تقول ، فإن هذا لم يكن مستحيلا ، ماذا تكون أهمية العلم إلا فى أن يجيب عن أكبر الأسئلة حول الطريقة التى يمكن بها للعالَم الحى أن يبقى حيا ؟ ودار حديث بينها وبين شافز – ليون فى الباناديريا بشأن إقامة حفل ، ستقوم النساء بالخبيز ويستجم العلماء مع الأطفال . وقررت أن " ندعهم يرون ما تفعله السيدة الشقراء فى الفناء الخلفى " .

- ٢ -

لعل دراسة الإيكولوجيا والطبيعة ومكاننا فيهما ترجع وراء إلى أول تاريخ البشر. كتب الإغريقى القديم ثيوفراستوس عن علاقة الأشياء الحية ببيئتها فى زمن أرسطو ، وبحلول القرن التاسع عشر كان توماس مالتوس سيىء السمعة يعين العلاقة بين تراوح عدد السكان ووفرة الطعام . على أنه حدث فى النصف الأول من القرن العشرين أن بدأت الإيكولوجيا فى الانطلاق كعلم بينى حينما أخذ علماء النبات والبيولوجيا فى أوروبا والولايات المتحدة يدرسون انسياب الطعام والطاقة فى المنظومات الطبيعية . ثم حدث فى أواخر القرن العشرين أن أصبح هناك أساس تصور شامل لعلم جديد للمنظومات الإيكولوجية تم تقبله فى النهاية على نطاق واسع ، وهذا العلم نتاج ما يقرب من ستة علوم أخرى ، بما فى ذلك علم المناخ ، والميكروبيولوجيا ، والحفاظ على البيئة ، والإيكولوجيا ، ودراسات السكان ، ويبقى هذا العلم موضع شبهة إلى حد ما ، فهو علم هجين ، يتبصر بالتأمل لاحقا ، ويتسم بأنه وصفى . على أنه عندما أخذ التلوث البشرى يهدد ما يساوى ٣,٨ بليون سنة من التطور ، أصبحت دراسة المنظومات الإيكولوجية – أى العلاقات بين الحيوان والنبات ، والجيولوجيا ، وعلم المناخ ، والبشر – أصبحت من الأنباء التى تنشر فى الصفحات الأولى . وانتشر الغضب حول تلوث الهواء ، والمطر الحمضى ، وانتشار الطحالب ، ونقص محصول صيد السمك ، وموت الغابات ، ومما زاد هذا الغضب احتداما نشر كتاب " الربيع الصامت " للبيولوجية راشيل كارسون .

ولدت جريتشين دايلى فى واشنطن العاصمة عام ١٩٦٤ ، أى حوالى الوقت الذى بدأ فيه ذلك الغضب . وبعد أن عاشت أول سنتين لها فى الولايات المتحدة وألمانيا ، استقرت عائلتها فى كاليفورنيا فى منطقة خليج سان فرنسيسكو ، حيث شبت كفتاة تحب ألعاب الصبيان فتتسلق الأشجار وتجوب سفوح التلال المحيطة بالخليج . وحينما بلغت الثانية عشرة قرر والدها طبيب العيون أن يجعل أطفاله يرون أجزاء أخرى من العالم . والتحق بجيش الولايات المتحدة ليعمل فى سلاح الخدمات الطبية عبر البحار . وقد ورثت جريتشين عنه نوعا من مثالية براجماتية والاستعداد للقفز من فوق الحدود ، مما سيكون مفيدا لها كل الفائدة .

أخذ أبوها عائلته إلى فرانكفورت ، حيث التحقت جريتشين بمدرسة خاصة دولية . ودرست فيها ثمانية مواضيع ، وتعلمت الفرنسية والألمانية مثلما تعلمت الإنجليزية . وهى تقول عن ذلك : " عرفت الفارق بين التعليم الأمريكى والتعليم فى إحدى المدارس الأوروبية الراقية حقًا . ودرست البيولوجيا على يد مدرس عظيم لها " .

على أنه حدث فى أواخر السبعينيات أن هبط سعر الدولار هبوطا حادا ونقلها والدها إلى مدرسة مجانية للجيش فى فرانكفورت . وكانت هذه خبرة مبكرة بالعلاقة التى تربط بين الاقتصاد الدولى وحياة الأفراد ، كان أحد مدرسي العلوم هناك هو تاجر المخدرات الرئيسى بالمدرسة ، وتقول دايلى متذكرة ، " فى أول يوم لنا فى الفصل وصل بالكاد إلى حرف (التاء) فى قائمة الطلبة " ، على أنه كان هناك بعض مدرسين عظماء يصلون إلى كل الطلبة ، وهكذا تعلمت دايلى شيئا عن الحياة فى العالم الواقعى .

شهدت دايلى أيضا ما حدث من التقاء متفجر للسياسات الدولية مع البيئة . فأصبح المطر الحمضى بحلول أواخر السبعينيات مثار قلق هائل فى ألمانيا . وظهرت صور فوتوغرافية جديدة للمساحات الشاسعة من " الغابة السوداء " التى ابتليت بهذه الآفة ، مما أكسب الآفة اسما ينذر بالسوء هو "موت الغابة " . ونفذت دايلى مشروعا لما بعد المدرسة استغرق سنة بأكملها ويدور حول تلوث نهر محلى ، وفازت به فى مباراة دولية للمواد العلمية بالمدارس الثانوية . ولكنها ظلت من غير أى طموح معين . وكان بعض أصدقائها فى المدرسة يمارسون التزحلق على الجليد ويؤجلون دخولهم الجيش . وتقول دايلى ، " كان يمكن أن أعمل كمدربة للتزحلق . إلا أن أبى أرسل فى طلب طلبات التحاق

بالكليات . وجعلنى أقدم طلبا إلى ستانفورد " ومع ما كانت تحصل عليه دائما من أعلى الدرجات ، قبل طلبها .

عادت دايلى إلى كاليفورنيا كطالبة جامعية لتدرس أولا الأدب الألمانى، ثم الجيولوجيا . واستغرق الأمر زمنا حتى تتخذ طريقها إلى البيولوجيا ، حيث شعرت أول الأمر بارتباك غامر ، كانت قد تعودت " ألا تفعل شيئا ثم تنال أعلى الدرجات " ، أما الآن فهى مع أناس يعرفون من قبل تلك المادة التى تناضل حتى تتعلمها . وانغرس فيها إحساس عميق بعدم الأمان ، ولكنها استخدمته ليدفعها إلى أن تجدّ فى عملها أكثر من زملائها . والتحقت بفريق التزحلق وعملت كمدرسة فى محمية للغابات المحلية .

أوصلها حسن حظها إلى الدخول إلى معمل بول إرليخ للبيولوجيا . كان إرليخ بجسمه الضئيل ولسانه الذرب عالِما مبرزا رسّخ من وضع الإيكولوجيا على خريطة العلم ، سواء كان ذلك للأفضل أو الأسوأ ، أخذ إرليخ هو وزوجه آن يعطيان الدروس للجمهور الأمريكى وينذرانه بما سينتج من تأثيرات وبيلة للاعتداءات البشرية على البيئة . وهاجم إرليخ ما يؤمن به الأمريكيون من أن هناك وفرة فائقة فى الموارد الطبيعية ، ونال نجاحا مبكرا كمؤلف حين ظهر فى برنامج " عرض هذا المساء " فى ١٩٧٠ ليتحدث عن كتابه "القنبلة السكانية " ، الذى أصبح من وقتها أحد أحسن الكتب مبيعا . وألف أربعين كتابا مماثلا ، وظهر فى برنامج كارسون بما يصل إجمالا إلى خمس وعشرين مرة ، وأصبح هكذا واحدا من أكثر العلماء الذين يشاهدهم الجمهور فى القطر . كما أنه ارتكب أيضًا من الزلات الاجتماعية ما أكسبه عداء الكثيرين من زملائه ومن النقاد المتحفظين ، حيث طرح سيناريوهات عن أعمال شغب جماهيرية ضخمة من أجل الطعام فى ثمانينيات القرن العشرين ، ومجاعة على نطاق العالم بأسره ، وهجوم نووى على الولايات المتحدة . وعلى نحو ما كان أسوأ عدو لإرليخ هو لسانه .

أما بالنسبة لدايلى ، فقد كان إرليخ واحدا من علماء معدودين لديهم العزيمة لتناول أكبر المشاكل العالمية فى الساحة الجماهيرية . وقد أظهر كيف أن أحد العلماء قد يرتكب أخطاء ومع ذلك يواصل النضال علنا من أجل قضيته . وقدم إرليخ هو وآخرون الدعم لدايلى " من حسن حظى أن كان هناك أستاذ كبير بالكلية يقول لى ألا داعى للقلق ، وأن الأمر قد يكون فيه مخاطرة وقد يكون أحيانا مؤلما ، ولكنه جدير بذلك " . انضمت دايلى

إلى مجموعة إرليخ للبحث فى معمل جبل روكى البيولوجى قرب كرستد بوت فى ولاية كولورادو ، حيث أثبتت أنها مصدر ثرى لجمع المعلومات وتحليلها بطرائق مبتكرة خلاقة . وتعلمت كيف تقبض على ما يسنح لها من فرص . وكمثل ، كانت هى وإرليخ يتمشيان ذات يوم فى ممر جبلى ، وسمعا صوت طرقات عالية فى شجرة صفصاف . وأمعنا النظر داخل الشجرة فشاهدا طائر نقار الخشب – من نوع له رقبة حمراء يمتص عصارة الشجر – وهو يحفر عميقا فى خشب الشجرة . واستمر الطائر فيما يفعل دون أن يلحظهما . وبينما هما يراقبانه ، أتت عصافير الطنان والدخلة الشادية لتنال من العصارة الحلوة التى تتدفق من الشجرة المحفورة ، وقال إرليخ ، " هذا عظيم . عليك بالبقاء هنا يا جريتشين " .

ظلت جالسة لساعات ، وهى تدون ملاحظاتها وقد أتت حيوانات السنجاب المخطط والسنجاب العادى لتنضم إلى المجموعة . وهكذا بدأت دراسة امتدت لشهور كثيرة ، ثم إلى سنوات ، حيث أخذت دايلى تعود المرة بعد الأخرى لتنفق الساعات ، وهى تسجل وتصور بالفيديو وتطرد الذباب وتواصل بحثا ظل دائما فى توسع . وأثبتت عمليا فى النهاية التفاعلات الرهيفة لنوع من الفطر يضعف جذع شجر الحور الرعاش ولطائر يتخذ عشه فى هذه الأشجار ، ويتغذى على العصارة التى يجعلها تنساب من شجر الصفصاف ، مع جماعات من السنجاب العادى والمخطط ، وعصافير الطنان ، والدبابير ، والفراشات ، وغيرها من الأنواع فى هذه المنظومة الإيكولوجية . وكما سيحدث كثيرا فى حياتها المهنية ، فإن المشى مع صديق فى أنحاء الطبيعة قد أدى بها إلى دراسة مجتمعات مركبة من الحيوانات والنباتات ، حتى وإن بدا أنها لا يوجد بينها أى علاقة تفاعل واضحة . ولاحظت بعد سنوات لاحقة من ذلك البحث أن " اختفاء نوع واحد يمكن أن ينتج عنه انحلال بنية مجتمع على نحو غير متوقع بالمرة " . ونتج عن أول دراسة لها نشر أول ورقة بحث لها كتبتها بالمشاركة مع إرليخ : " مصاص العصارة ذو العنق الأحمر يتغذى على الصفصاف : احتمال لعاشبات رئيسية " . ظهرت ورقة البحث فى مجلة " أمريكان بيردز " (الطيور الأمريكية) بعد أن تخرجت دايلى بدرجة بكالوريوس العلوم بثمانية عشر شهرا ، وكان فيها خبطة من برعم بازغ لعالمة إيكولوجيا .

أرادت أن تتابع الدراسة للحصول على درجة الماجستير . وركزت فى أغلب عملها المنهجى على الرياضيات ، أما فى أبحاثها فقد توسعت على نحو ثورى ، مرتبطة فى ذلك بالعديد من النساء المبرزات ، والمشرفون مهمون لكل من كان شابًا ومبدعًا ، ولكنهم فيما يحتمل أشد أهمية بالنسبة للنساء المشتغلات بالعلم . تحدثنا عالمة للرياضة فى جامعة بايلور ، هى فيفيين مالون مايز ، أول عضو تدريس أسود يقبل للعمل بكلية فى بايلور ، تحدثنا عن مدى أهمية مدرستها إيفلين بويد جرانفيل ، إحدى أول امرأتين سوداوتين نالتا درجة دكتوراه الفلسفة فى الرياضيات فى أمريكا . ردت دايلى وهى فى ستانفورد على إعلان مرسل بالبريد من ساندرا بوستل التى تعمل فى معهد مراقبة العالم ، وهو معهد يعمل بدون أى ربح . وعملت دايلى مع بوستل فى أبحاث لتقصى الاحترار الكوكبى ، والمطر الحمضى ، ومعالجة الآفات معالجة متكاملة باستخدام مفترسين طبيعيين لمهاجمة آفات المحاصيل . وعلّمتها بوستل كيف تنشئ بحثًا علميًا يمكن أن يشكل السياسة ، أى العلم الذى " له أهميته " ، وتقول بوستل متذكرة ، " كانت جريتشين حتى وقتذاك ممزقة بالحيرة بشأن الاتجاه الذى تنحو إليه – هل هو العلم الأكاديمى أو السياسة الجماهيرية " .

اتجهت دايلى بعد تخرجها عائدة إلى ألمانيا ، حيث أخذت تكافح لتتخذ قرارها بما تفعله بحياتها أثناء دراستها لتأثيرات المطر الحمضى . وأدركت أنها حتى تضع علامتها على هذا العالم فإن الطريق لذلك هو العلم الأكاديمى . وتقول دايلى : " كان يمكن أن أعمل فى القانون أو السياسة ، ولكنى بعد أن راقبت ساندرا أمكننى أن أرى المعركة التى كان عليها أن تواجهها . أما العلم فيشبع الكثير مما لى من رغبات . فهو يشبع فضولى لحل المشاكل . والعلم به فى حد ذاته كل ما يكافئ " .

قررت دايلى أن تنال درجتها للدكتوراه عن بيولوجيا الحفاظ على البيئة . وواجهت فى ذلك مشكلة ، لم يكن هناك فى الواقع أى برنامج يطرح النوع الذى ترغب فيه من تناول لمسائل كبيرة بمنهج العلوم البينية . لم يكن هناك إمكان لذلك إلا فى ستانفورد وحدها ، حيث لديها تراث ضخم من منهج العلوم البينية . بل إن قسم البيولوجيا هناك عُين فيه عالم مناخ مخصص للقسم . على أنه مثلما يحدث فى معظم برامج الخريجين ، كانت ستانفورد عازفة عن اتخاذ أى خطوة مثيرة للشبهات بأن تتيح فرصة عمل لأحد

خريجى استانفورد نفسها . وعلى أى حال فقد قدمت دايلى طلبا ، أثار فى القسم خلافا حادًا . ويقول إرليخ وهو يتذكر ، " قررنا فى النهاية أن نجعل من جريتشين استثناء " . وبعد ذلك بأربعة أعوام نالت بالمشاركة جائزة أحسن (طلبة الأبحاث) فى قسم علوم الحياة .

عادت دايلى ثانية إلى ستانفورد فى ١٩٨٩ ، وانضمت إلى دوامة من الشخصيات المغامرة يتجمعون معا ويتشاركون فى الأفكار ، وقد أتوا من أقسام مختلفة تماما مثل الإيكولوجيا ، والقانون ، وعلم المناخ ، والدراسات الدولية ، ودراسات السكان ، والاقتصاد . كانت لحظات ثرية من الإثارة الثقافية . كانوا يتناقشون لوقت متأخر من الليل فى قاعة المحاضرات الموحشة بمبنى البيولوجيا . وكان بول وآن إرليخ يقيمان ولائم عشاء فى بيتهما ، حيث قابلت دايلى الزائرين من أساتذة ومحاضرين يشاركونها رغبتها فى السعى وراء أكبر المسائل حول مستقبل الأرض . وكان من بين هؤلاء بارثا داسجويتا عالم الاقتصاد فى جامعة كمبردج ، وجون هولدرن محلل الطاقة فى جامعة بيركلى ، وستيفن شنيدر عالم المناخ ، وباميلا ماتسون وبيتر فيتوسك من علماء الإيكولوجيا للمنظومات الإيكولوجية ، وغيرهم . وكانوا جميعا يدركون ضرورة وجود طريقة تناول متعددة العلوم لفهم المنظومات الطبيعية والمنظومات التى يصنعها الإنسان والتى يرغبون هم فى التحكم فيها ، وهكذا فقد حاولوا أن يتعلم كل منهم من المجال العلمى للآخر .

من الصعب أن يظهر المرء جهله وهو فى وضعه الأكاديمى المعتاد . ففضلوا أن يكون لقاؤهم اجتماعيا ، عبر موائد العشاء مع تناول سلطة الهندباء وسمك القاروس الذى تطهيه آن ، بينما يقدم بول نبيذًا جيدًا غير مشهور . إنهم لا يستطيعون البدء فى التواصل الحميم إلا بعد أن يزول تحفظهم ، بما يتجاوز الرطانة والأوضاع المهنية . وكثيرا ما يحدث فى العلم أن تتأتى أهم الأفكار العلمية من وجبات الغذاء والعشاء ، وساعات الكوكتيل واللقاءات العابرة ، وقد التقط أيان ويلموت رائد الاستنسال فكرته الرئيسية وهو يسترق السمع لحوار أحد المنافسين فى حانة بإدنبرة ، وكان آل إرليخ يحبون المزج بين الزملاء الأصغر والأكبر سنا . وكانا يشاركان فى ملكية طائرة مع بول بريست عميد كلية الحقوق ، وكثيرا ما كان أساتذة كلية الحقوق أو الدراسات الدولية ينضمون إلى الأحاديث التى تدور حول مستقبل الأرض ودور الحكومات فى تشكيله .

كان أكثر من أثار اهتمام دايلى هو الاقتصادى بارثا داسجويتا ، وكان فى إجازة من جامعة كمبردج بإنجلترا ، ومعه زوجته . وبارثا أصلاً من دكا عاصمة بنجلاديش ، ولهذا كان يفكر عميقا فى الروابط بين الفقر ، وزيادة السكان ، والبيئة منذ أيام دراسته كطالب فى مدرسة لندن للاقتصاد . وكان فيما سبق رئيسا للجمعية البريطانية للاقتصاد وكذلك أيضا للجمعية الأوروبية للاقتصاد ، وهو الآن يستفيد بسنته السبتية (*) فى كاليفورنيا ليسعى سعيا عنيفا وراء نماذج منهج العلوم البينية . وبُهرت دايلى من أنه قد قرأ كل الكتاب الذى ألفه إرليخ وجون هولدرن ، وعنوانه " العلم الإيكولوجى " . فنادرا ما كان الإيكولوجيون والاقتصاديون يتحدثون معا إلا لكى يدين أحدهم الآخر . وتقول دايلى وهى تتذكر ، " كان هذا الكتاب ضخما وتقنيا جدًا ، وقد جعلنى ذلك أفكر فى أننى لم أقرأ شيئا فى الاقتصاد . وجعلنى بارثا أحس أنه لا بأس مهنيا من أن أفعل ذلك " .

كانت ولائم العشاء لها ما يساوى ذلك أهمية عند داسجويتا . ظل داسجويتا وهو طالب يبحث بلا جدوى فى مكتبة مدرسة لندن للاقتصاد عن كتب تشرح طريقة تفاعل النظم الطبيعية مع اقتصاديات البشر . وتحول فى بحثه إلى كتالوج الناشر و. هـ. فريمان وشركته ، حيث عثر على كتاب " العلم الإيكولوجى " . ويقول داسجويتا الذى كان يجرى وقتها بحثا على الموارد المستغَلة مثل مصايد الأسماك ، " كان هذا أمرًا فاتنا كل الفتنة بالنسبة لى ، كنت أبحث الأمر ولكنى لم أعرف تمامًا فى ذلك الوقت كلمة (إيكولوجيا) . وقدم لى الكتاب البداية لطريقة موحدة لمعالجة اقتصاديات الموارد واقتصاديات البيئة فى مشروع ثقافى واحد " ، وكشف له الكتاب عن صياغات للمشاكل نفسها التى كان يبحث فيها ، وذلك فى معادلات يمكن للاقتصادى أن يفهمها .

ويقول داسجويتا متذكرا أنه عندما أخبر إرليخ بأنه يحب كتابه ، " ربما كانت هذه أول مرة يسمع فيها إرليخ إطلاقا أحد الاقتصاديين وهو يذكر عنه أمرا طيبا " ، وحينما دُعى داسجويتا للعشاء فإنه أقام صلة تعارف بين إرليخ مع جار له فى ستانفورد حائز على جائزة نوبل ، وهو الاقتصادى كين آرو . " كانا لم يتشاركا قط فى طعام ، مع أنهما كانا زميلين لسنوات " . ونُظم لبدء سلسلتين من المحاضرات ، فدُعى مفكرون بارزون

(*) السنة السبتية إجازة تمنح لأساتذة الجامعة كل سابع عام للراحة أو الرّحلة أو البحث . (المترجم)

للتحدث فى الكلية من الفروع العلمية الأخرى ، بالطريقة نفسها التى وضعت بها سوزان جرينفيلد الوعى على الخريطة فى سلسلة محاضرات بأوكسفورد بمنهج من العلوم البينية . على أن ما كان أهم من ذلك هو وجبات العشاء فى منزل آل إرليخ ، حيث كما يقول داسجوبتا ، " كان يظهر هناك العظام من علماء الطبيعة ، وكثيرا ما يكون فى أثرهم (طلبة الأبحاث) " .

كانت دايلى من جانبها تعتقد أن العلم أفراد يرتدون المعاطف البيضاء ، ولكن هذا تغير : " كانت هناك احتمالات تثير التنبه حقا ، حتى وإن ظهر بحسابات المستقبل المهنى أنه توجد عقبات كثيرة تواجه البحث بواسطة فروع علميـة أخرى . وكنا فى أول الأمر لا نتفق على أى شىء ، ولكننا تعلمنا تدريجيا أن يفهم الفرد منا اللغة والفروض التى توجد فى الفرع العلمى للفرد الآخر . وكان من الممتع أن يشارك المرء فى ذلك ، ولعبت الديناميات الاجتماعية دورا بارزا فى إبداع الأفكار " .

اشتغل ذهن دايلى بما كانت تسمعه ، وأجرت بحثا على أول أطروحة فى قسم البيولوجيا فيها تحليل للسياسة مثل ما فيها أيضًا من تحليل للبيولوجيا . أعطت لبحثها عنوانا فخيما إلى حد ما هو " التفاعلات بين السكان والموارد " ، وسعت فى بحثها إلى تقييم أقصى سعة لتحميل " الحياة على الأرض " . ونشرت فيما بعد أجزاء من البحث فى وقائع الجمعية الملكية البريطانية ، وهى تتذكر السؤال الذى وجهته ساندرا بوستيل ، عما سيتم إنجازه من " ذلك " ؟ كانت دايلى تفكر فيما ستفعله بعدها ، فقررت أن تفعل شيئا يكون له تأثيره فى العالم الواقعى . لقد قطعت طريقا طويلا منذ بحثها على مصاص العصارة أحمر العنق ، على أنها وصلت بذلك للبداية لاغير .

- ٣ -

طريقة التناول بمنهج العلوم البينية طريقة صعبة . وعندما يقرر أحد من حازوا جائزة نوبل أو أحد كبار الباحثين أن يغير من حياته المهنية أو أن يصنع لنفسه اسما كمثقف جماهيرى ، فإن هذا أمر ، أما الأمر الذى يختلف تماما عن ذلك فهو أن يحاول باحث شاب لما بعد الدكتوراه أن يتعلم أكثر من فرع علمى واحد . كانت ستانفورد تقود

العالم فى اقتصاديات البيئة . على أنه كانت هناك صعوبات كبيرة فى أن تُجعل هذه الاقتصاديات بأى حال فى مجال علمى واحد ، كما أن دايلى لم يُتح لها إلا ما هو محدود من الوقت والموارد ، وهكذا كان الأمر فيه شىء من الجنون .

كان هناك قلة من الأفراد تنادى بأن يعود العلم إلى جذوره الإنسانية فى زمن عصر النهضة . وكان هناك بعض مشروعات لعلوم بينية تدفع بها وكالات حكومية فى أمريكا الشمالية وأوروبا . إلا أنه كانت هناك صعوبة هائلة فى أداء أبحاث جيدة لعلوم لها تراث بحيث يتطلب التحكم فى أى منها سنوات من الدراسة ، وأن يكون ذلك بتجاوز فروض تأصلت عميقا فى الأقسام العلمية المختلفة حتى أصبحت غير ظاهرة للأعين . فالأقسام الأكاديمية إنما وُجدت لأسباب معقولة ، وليس هناك أكاديمى يود أن يطرح له الزملاء من أساتذة الإنجليزية علاجًا جديدًا للسرطان . وكان الشعور بعدم الثقة فى الأبحاث التى تنفذ بمنهج العلوم البينية شعورًا كثيرًا ما لا ينطق به أحد : فكان ناشرو الإشاعات فى المقاعد الخلفية يطرحون أن الباحثين من هذا النوع قد عجزوا عن تنفيذ الأبحاث فى مجالهم الخاص بهم ، وهم يتحدثون أكثر مما يفعلون ، فهم مولعون بالجرى وراء الدعاية وينالون معلوماتهم بعد أن تتداولها أيدى أخرى قبلهم – وقد انتابنى هذا الشعور أنا نفسى ، ولعل الأمر أن المرء يحس طبيعيا بعدم الارتياح من أن يوجَّه إليه النصح من شخص آخر ليس من المؤهلين فى مجاله العلمى . وفوق ذلك ، فإن التمويل فى العلم ينساب من خلال خطوط الأقسام العلمية . وعندما يكون المرء خارجا على القسم فإن هذا " يبعده عن مصدر النقود " ، كما يقول إرليخ . وعندما سخرت أثينا أندرياديس الأستاذة بكلية طب هارفارد من بلوغها السن القانونى بسبب ما فى الطب من " إقطاع " و " تفكير إقطاعى ضيق " ، فإن ما قالته يمكن أن ينطبق على أى مجال علمى آخر .

لم يكن هناك إلا قلة من الأفراد فى ثمانينيات القرن العشرين ممن يجرون أبحاثا بمنهج العلوم البينية . وتتحدث عالمة الفيرولوجيا ريتا كولويل عن وجود العلم البينى فى المؤتمرات العلمية التقليدية فى ١٩٩٤ ، قبل أن تصبح مديرة للمؤسسة القومية للعلوم ، فتقول ، " إما أن يحدث ذلك باحتفاء أو بإنكار . فإما أن تكون المتحدث الرئيسى أو لا يرد عنك مطلقا أى ذكر فى البرنامج " . وحدث فى وقت لاحق أن طلبت المؤسسة القومية للعلوم أفرادا يتلقون منها منحا إيكولوجية على المدى الطويل بحيث يتضمن عملهم أبحاثًا فى العلوم الاجتماعية بمثل ما يتضمنه من أبحاث العلوم الطبيعية فى المجالات التى يدرسونها .

على أن أبحاث كولويل أوضحت ، مثل أبحاث أفراد آخرين ، مدى ما فى العالم من منهج بينى . أخذت كولويل تدرس عودة ظهور الكوليرا فى العالم هى والجراثيم المرضية الأخرى مثل السل ، وعودة هذه الأوبئة فيها ما ينذر بالخطر لأنه كان من المعتقد أن هذه الأمراض قد تم قهرها ، تزايدت الكوليرا بسبب تلوث مصادر المياه ، الأمر الذى نتج عن فساد البنية التحتية لشئون الصحة العامة والرعاية الصحية فى البلاد الفقيرة . وإذن ، فإنه بالنسبة لعالم الفيرولوجيا " يجب " أن يشمل البحث قضايا من السياسة الاجتماعية والصحة العامة . فالمرض يتبع المنهج البينى حتى وإن لم يتبعه العلم .

أخذت مجموعة ستانفورد الصغيرة تنشئ المصطلحات وقواعد القياس اللازمة بالنسبة لاقتصاديات الإيكولوجيا ، والقياس المعيارى فى الاقتصاد هو القيمة الحدية ، أى الثروة الإضافية التى تنتج عن وحدة أو أكثر من وحدات العمل أو عن إحدى السلع . وأخذت دايلى هى والآخرون فى ستانفورد يسألون أسئلة مثل : ما هى القيمة الحدية لهكتار واحد من غابة أمطار ؟ وللإجابة عن ذلك ينبغى أن تصبح المنظومات الإيكولوجية نسيجا من عمليات تمتد فعالياتها عبر الزمان ، من الغابة حتى المدينة ، ومن الزراعة حتى الثقافة . وهكذا وسعوا من العلم حتى يمتد من الشمس إلى بطالة الشاب الذى تربى فى الشارع وربما يسرق سيارة الباحثين . وبهذا أصبحوا صنّاع عوالم، علماء انسابوا من نسب الاستثمار إلى الروتين اليومى لعائلات العالم الثالث ثم إلى بيوكيمياء النحل .

تابعت دايلى بحثها لما بعد الدكتوراه مع جون هولدرن خبير مصادر الطاقة . واتسعت مجالات اهتمام دايلى وهى تعمل وسط تلال بيركلى المورقة ، وشاركت فى تأليف أوراق بحث تربط بين تغيرات المناخ والقدرة على إنتاج الطعام ، والتوزيع المكانى لفراشات سفوح الألب ، " والتين والمتعة " ، عن طريقة كتابة مقال عن أسرار مصاص العصارة . وغالبا كانت تشارك فى التأليف مع إرليخ ، وقد لاحظ بعض القراء تنامى استيعابها للاقتصاد ، ويقول داسجويتا ، " تحسن أسلوب بول فى الكتابة نتيجة عمله مع جريتشين " ، حين أخذ الاثنان فى الربط بين دراسات السكان واقتصاد السوق .

بدأت دايلى تظهر المهارات التى جعلت منها شخصية خاصة . وقد ورثت القدرات العملية عن أبيها الذى انضم للجيش ليسافر للخارج . واكتسبت من نشأتها سهولة

معرفتها دوليا بالعديد من اللغات . ومن دراستها فى مدرسة الجيش تعلمت ثانية ضرورة فهم " آراء الغرباء والأجانب والأعداء " . وتعلمت من إرليخ كيف تقتحم بثقة المسائل الكبرى ، كما أنها شهدت أيضا ما يحدث فى العلم من صراعات درامية وأعمال استعراضية (ظل إرليخ يعمل مراسلا لشركة إن بى سى [الشركة القومية للإذاعة] لسنوات كثيرة) وشهدت ما يوجد من عثرات وإمكانات عندما يعيش المرء كشخص جماهيرى . ولاحظ زملاؤها فوق كل شيء أنها عندما تسهم فى بحث تعمل باجتهاد أكثر من أى فرد آخر .

سافرت دايلى إلى أستراليا ونيوزيلندا ، وألقت أحاديث عن مواضيع جد مختلفة مثل التنوع الحيوى ، ونماذج الكمبيوتر الجديدة التى تقيس تغيرات المناخ ، وتأثير تغير المناخ على إنتاج الطعام ، وقدمت طلبا لزمالة ما بعد الدكتوراه لها مكانتها وهى زمالة " وينسلوهاينز " ، كما قدمت طلبا لزمالة " بيو " المخصصة لقضايا البيئة ومستقبل البشرية فوق الأرض ، وأصبح شقيقها الأصغر فى المدرسة الثانوية مهتما بأن يؤدى أعمالا مالية بأسلوب فيه ود أكثر للإيكولوجيا . زادت ثقة دايلى بنفسها . وهى تقول عن ذلك " أعانى من أوجه كثيرة من عدم الأمان . ولكنها ربما تكون فى الواقع مصدر قوة لى ، لأنها تجعلنى أكثر تفتحا للأفكار الجديدة وتجعلنى أناضل حتى أتحسن " .

بحلول أوائل تسعينيات القرن العشرين أخذت معاهد أخرى فى أرجاء العالم تسعى وراء المسائل الكبيرة للمنظومات الإيكولوجية وتفاعل الإنسان معها . ونشأت جماعات تعمل فى ذلك من غير أن تهدف للربح مثل معهد سانتافى بولاية نيومكسيكو، ومعهد بايجر بالأكاديمية السويدية الملكية فى استوكهلم ، والمعهد العالى لتحليل النظم التطبيقية بلاكسنبرج فى النمسا ، ونشأت هذه الجماعات كلها نتيجة ما اكتسبته دارسة النظم المعقدة من قوة دافعة ، اعتمدت على رومانسية نظرية الشواش (chaos) . وشعر المزيد من الباحثين بإحساس متنام بأن العلم يجب أن يتغلب فى النهاية على تقسيمه هو نفسه حتى يحكم قبضته على تلك القضية الرئيسية ، قضية بقاء الإنسانية حية . وهكذا أصبحت مسألة مصير الأرض مسألة تقبل دراستها علميا .

أحد أبرز هذه المعاهد هو معهد بايجر فى السويد . أسست الجمعية السويدية الملكية هذا المعهد فى ١٩٧٧ ثم أعيد تنظيمه فى ١٩٩١ ليصبح المعهد الدولى

لاقتصاديات الإيكولوجيا ، وقد أقيم فى أرخبيل ستوكهلم الرائع . ويدعو المعهد الزملاء إلى وجبات عشاء فرنسية شهية ، ينخرط المدعوون بعدها فى أحاديث حول طريقة دراسة مشاكل البيئة . تولى رئاسة المعهد بارثا داسجويتا ، فأخذ المعهد يشرف على ندوات سنوية تدور حول المواضيع الجارى الاهتمام بها مثل الفقر والانحطاط البيئى . ومن هذه الندوات أخذ يبزغ تدريجيا الأمل فى تناول جديد للإيكولوجيا ، أى الأمل فى علم جديد .

كانت الأمور الأساسية واضحة وإن كانت مروعة – صيغ إحصائية لتقدير كمية وفرة أحد الأنواع عبر الزمن ، نماذج كينز لفرض الضرائب والإنفاق ، ما يقوله ميل عن المنفعة الاجتماعية ، وميد عن بنية الأسرة . ووراء كل مجموعة جديدة من المتغيرات ، وكل فرع علمى جديد ، كان يختبئ عالم من المعادلات والفروض ، وكأنها أبواب سحرية . وأمدت تقلبات الاحترار الكوكبى بمثل جيد لما يُقابَل من صعوبات . ولو أُجريت تنبؤات المناخ بطريقة خاطئة ، فإن أبسط هذه التنبؤات قد تتشابك فى تعقد لانهائى .

ما الذى يركز عليه المرء ؟ بدا الأمر بلا حدود على نحو مخيف . ثار اهتمام دايلى بخدمات المنظومات الإيكولوجية ، وبقضايا الاستدامة ، والتنوع الحيوى ، وكل واحد من هذه يستغرق وحده حياة مهنية ، وبحلول يوليو ١٩٩٢ ، ودايلى فى السابعة والعشرين ، كانت تلقى الخطاب الافتتاحى لبايجر ، ويدور حول انقراض السكان، وكان فى هذا اعتراف مذهل بمكانة مفكرة صغيرة السن هكذا . ولكنها حتى تتحدث حقا عن القضايا التى يُواجه بها مجالها ، كانت تحتاج إلى أن تنطلق " داخل " هذا المجال .

- ٤ -

ظل صناع السياسات طيلة سنوات وهم فى صراع مع المفارقة بأن البلاد النامية تخبر أسوأ الانفجارات السكانية وتخبر أيضا أسوأ دمار إيكولوجى . وتستخدم هذه البلاد الطاقة استخداما بلا كفاءة كما تنقصها الخدمات الأساسية اللازمة لبناء البنية التحتية الاجتماعية بناء سليما . لماذا يحدث أن تكون العائلات الفقيرة كبيرة هكذا ، وأن تكون الضغوط السكانية جد خطيرة فى بلاد هى الأقل قدرة على مواجهتها ؟ أحد أسباب ذلك أن الكثير من مجتمعات العالم الثالث كثيرا ما تكون أيضا أكثر المجتمعات اتساما بعدم

المساواة وبالسلطة الأبوية . ويؤدى عدم مساواة الجنسين إلى زيادة ضخمة فى عدد حالات الحمل غير المرغوب فيها ، كما يسمح عدم المساواة اجتماعيا بأن تخرّب الصناعة الأرض . ولا تستطيع الأبحاث أن تواجه المسائل الاقتصادية للمنظومات الإيكولوجية مواجهة كاملة من غير أن تأخذ على عاتقها أيضا قضايا عن الثقافة والسلطة .

وجدت دايلى فى كوستاريكا ما يبدو أنه قصة لنجاح . لما كان فى كوستاريكا طبقة وسطى أكثر من جيرانها ، فقد تمكنت من حماية مواردها الطبيعية الفريدة ، منح كولومبوس للبلد اسم " الشاطئ الغنى " ، وهى بلاد يقسمها تتابع من سلاسل جبال بركانية ، ما زالت بعض براكينها نشطة . وحجم كوستاريكا يصل إلى ثلث حجم إلينوى تقريبا ، وهى توفر للباحثين اثنتى عشرة منظومة إيكولوجية مختلفة . وتفرض الحماية على أكثر من ربع أرضها ، ففيها أربعة وعشرون منتزه قومى ، وست وعشرون منطقة محمية ، وتسع غابات محمية ، ثمانى محميات بيولوجية ، وسبعة ملاجئ للحياة البرية . وعلى الرغم من أنها لا تغطى إلا ٠.٠٣ فى المائة من سطح العالم ، فإنها المأوى لأكثر من ٥ فى المائة من أشكال الحياة على كوكبنا . بدأت دايلى هى وإرليخ سلسلة دراسات ميدانية فى المنطقة المحيطة بمحطة لاس كروسس البيولوجية ، وثقا فيها رد فعل الحيوانات المختلفة للأنواع المختلفة من الأنشطة البشرية . ويقول إرليخ ، " جريتشين لديها موهبة التقاط المشاكل المهمة ، وبعد أن تلتقطها فإنها تلتصق بها " . سرعان ما أخذا يعملان مع السلطة المحلية ، ووظفا عندهما أفراداً من سكان البلدة وتعلما منهم ، كما اتصلا بالباحثين المحليين .

أحست دايلى هى وبول وآن إرليخ أثناء عامى ١٩٩٣ و ١٩٩٤ بالأهمية الشديدة لتضمين دراسات علم الاجتماع والسياسة فى أبحاث المنظومات الإيكولوجية ، وهكذا أخذوا فى تأليف كتاب اسمه " طائر اللقلق والمحراث : المساواة كحل للمعضلة البشرية " . أحد المفاتيح للهروب من أزمة السكان ، كما يحاج الكتاب ، هو زيادة مساواة الناس فى العالم ، وعندما يصبح للنساء السيطرة على أجسادهن ، تنخفض معدلات الولادة . وعندما يمتلك الفلاحون فى البلاد الفقيرة الأرض التى يفلحونها ، تزداد المحاصيل . وتحدثت دايلى كثيرا فى معهد بايجر وفى ستانفورد وهى تعرض آراءها عرضا جذابا لزملائها يتناول العلاقة بين المؤسسات الاجتماعية ، والفقر ، والسكان .

نُشر الكتاب فى ١٩٩٥ ، فأشعل شرارة المناقشات والخلافات . لم يكن الكتاب مجرد أطروحة علمية ، وإنما هو تركيب واسع تاريخى وثقافى يربط بين مواضيع متباينة مثل معدل المواليد ، وجوانب من الدين ، وامتهان السحر ، والشذوذ الجنسى. لم يعد العلماء يستطيعون أن ينظروا بعد نظرة بسيطة إلى الطبيعة ، فيجرون القياسات، وينفذون الاختبارات ، ويعلنون النتائج . وإنما يجب أن يدخلوا فى علاقة ذات اتجاهين مع الناس والمنظومات التى يدرسونها ، وإذ أصبحت دراسة المنظومات الإيكولوجية أكثر تشابكا بأمور أخرى ، وتتضمن منظومات من البشر والنبات والحيوان ، ومنظومات جيولوجية ومناخية ، فقد أدى هذا إلى أن تصبح النماذج أكثر تعقدا . وأى صقل لأحد المجالات يفرض صقلا لمجالات أخرى .

مارست دايلى هذه المُثل فى سان فيتو . فعملت مع رجال الأعمال المحليين والزعماء السياسيين وزعماء الكنيسة ، واستمعت إلى نساء البلدة ، وتقول جنيفرهيوز (طالبة البحث) " الجميع يعرفون جريتشين" . استأجرت دايلى فتى فى الخامسة عشرة ، ولنسمه لويس ، لمساعدتها فى التعرف على الحيوانات والنباتات . وكان يجيد حقا اكتشاف الفراشات ، بينما هى تكاد لا تستطيع مطلقا أن تعثر عليها بنفسها . وعندما يسيران طويلا على الأقدام كان هو الذى يتذكر الأشجار التى أقاما فيها شراكهما للفراش ، حيث تعلو الأرض بتسعين قدما . وأينما كانت دايلى لا تجد شيئًا ، كان هو يستطيع أن يشير إلى ثعبان ملفوف على نفسه أو إلى طابع براثن الجاجوراندى (*) ذى الفراء . وهو يعرف أى الزنابير غير ضار وأيها خطر . وكان ما تدفعه له من أجر أمرا مهما بالنسبة لعائلته .

على أن بعض عارضى الكتب ربطوا بين هذا الكتاب وتنبؤات إرليخ المبكرة عن يوم القيامة الذى سيحل بسبب المجاعة والأزمة الإيكولوجية . وكانت قد نشأت حركة عنيفة مضادة لأنصار البيئة وجدت فى رونالد ريجان داعية لها ، وجعلت هذه الحركة من إرليخ هدفا مفضلا لها ، وزعموا أنه يتجاهل انتصار التكنولوجيا فى دعم العمليات الطبيعية . وأنه يتجاهل أيضًا حقيقة أنه عندما تصبح الموارد نادرة ، سوف ترتفع أسعارها ، من

(*) الجاجوراندى قط أمريكى هزيل طويل الذيل قصير الأرجل . (المترجم)

الوجهة النظرية ، وسوف يعيد الناس توزيع أوجه إنفاقهم ويجدون السبل لإحلال الموارد ، أو تجديدها ، أو الاستغناء عنها . وزعموا أن إرليخ يتجاهل ما يوجد من أخذ وعطاء فى أقدم المنظومات البشرية المعقدة – منظومة السوق الحرة .

من الحقيقى أنه قد حدث خلال عشرين سنة بعد نشر إرليخ لكتابة " القنبلة السكانية " ، أن زاد إنتاج الطعام فى العالم ، بما يناقض إحدى الحجج الرئيسية عند إرليخ . وأخذ إرليخ يتبارز أسبوعيا مع جوليان سيمون الاقتصادى أحد ممثلى الخوارج على الجماعة . وفى رهان مشهور طرح سيمون أن يدفع ثانية ثمن خمس سلع بعد عشر سنوات إذا ارتفع ثمنها ، وفقد إرليخ الرهان عندما انخفضت الأسعار ، ودفع لسيمون ٥٧٠,٠٧ من الدولارات . (وفيما بعد أعاد إرليخ وهولدرن صياغة شروط الرهان ، إلا أن سيمون لم يرض بها) هكذا فإن اليمينيين أحسوا بالرضا فى حبور .

على الرغم مما كان فيهما من أخطاء ، إلا أن كتاب " اللقلق والمحراث " هو ومقال كُتب مع جون هولدرن عن التنمية المستدامة قد ألهبا حماس الباحثين فى البلاد الأخرى ، ليثور النقاش حول المشاكل التى وصفت فيهما . أحس الإيكولوجى جيراردو سيبالوس فى الجامعة القومية بالمكسيك أنه قد أصابه ذهول من الكتاب والمقال . وهو يقول متذكرا : " كنت أبحث عن طريقة للتعامل مع القضايا التى تواجهنا . وكان بول إرليخ وجريتشين دايلى ينشران أوراق بحث مهمة فى هذا المجال " . ويبلغ من افتتان سيبالوس أنه توجه إلى ستانفورد فى عطلة سنة سبتية ليبدأ فى الاشتراك معهم فى العمل ، وانضم إليهم فى دراستهم الميدانية فى كوستاريكا .

وفى حوالى الوقت الذى كان سيبالوس يتعرف فيه على أبحاث دايلى ، افتتحت ستانفورد وظيفة جديدة أسمتها موقع بينج للبحث العلمى بمنهج العلوم البينية . موّل هذا الموقع بيتر بينج رئيس لجنة الأمناء ، وكان هناك ثلاث وظائف تُمول هكذا ، وتنتمى الوظيفتان الأخريان إحداهما لإرليخ والأخرى لدونالد كيندى المدير السابق لإدارة الأغذية والأدوية . ها هى الفرص الآن تتصاعد دراميا . فقد كان هذا هو الموقع الذى عاشت جريتشين حياتها من أجله . وكانت بالفعل قد أخذت تبنى مدرسة من أتباعها من الطلبة ، وهى تساعد أولئك الذين يودون أداء علم له تأثير اجتماعى . ولما كانت أبحاثها تنتشر متناثرة عبر مجالات جد كثيرة ، لم تُجر لها مقابلة تقليدية مع لجنة للأبحاث .

ويقول بول إرليخ ، " كان ما قررناه ببساطة هو أن نجد موقعا لجريتشين فى ستانفورد " . وتقول دايلى إنه أخبروها أن هذه وظيفة " تحت التجربة " . وأحست بالتيه ، كانت تشعر أحيانا أن مسارها المهنى كله ليس إلا تجربة .

- ٥ -

بدأت عملها فى ستانفورد فى خريف ١٩٩٥ حيث أخذت تعمل جاهدة أكثر مما عملت قط ، وعلى الرغم من أنها لم تكن مطالبة بالتدريس ، فإنها لعبت دورا مهما فى ابتكار مقرر دراسى جديد فى صميم العلم يتبع المنهج البينى . عندما فكرت فيما ستفعله بفرصتها السانحة هذه التى كانت فى الواقع فرصة فريدة ، قررت أن تسعى وراء أكبر الصور ، فتدرس وتفهم وتقيِّم ما يحدث من علاقات تبادل بين توسع البشرية واستدامة التنوع الحيوى على الأرض .

نالت دايلى زمالة لمؤسسة بيو للبيئة والحفاظ عليها ، فأخذت تشارك فى اجتماعات سنوية فى أماكن قصية حيث يتناقش الباحثون حول تفاعل المجتمع مع الطبيعة . وكانت جين لوبشنكو إحدى المشرفات فى هذه المجموعة وهى تعمل كبيولوجية للبحار فى جامعة ولاية أوريجون . تتسم لوبشنكو بنشاطها وفصاحة بيانها . وكانت تعمل فى العديد من الهيئات الفيدرالية واللجان المهنية . وأعجبها ما أعلنته دايلى عن دراسة خدمات الطبيعة وشجعت زملاء بيو الآخرين على تبنى الفكرة . فسوف يمكنهم التأكد من أن صناع السياسة سيكون لديهم أرقام موثوق بها عن الخدمات الاقتصادية للطبيعة مثل تنقية الماء والهواء ، وإنتاج الطعام والطاقة ، كلها يتم إنجازها بجزء بسيط من تكلفة المنظومات الاصطناعية . والسياسيون حيثما يناقشون إنشاءات جديدة ، يفكرون فى الطبيعة " بلغة من " المنتزهات والمحميات " ، كما تقول ، " ونحن إنما نريد أن نتحدث عن الطبيعة بلغة المال " .

فى ١٩٩٥ دعت لوبشنكو هى والاقتصادى بيتر فيتوسك ما يقرب من عشرة أفراد إلى العشاء فى الخارج تحت نجوم الصحراء فى مزرعة خيل (فحل الفرس الأبيض) فى أريزونا ، حيث غُطيت كل أروقة المسكن بلوحات الفرار الجماعى للبقر الوحشى ولوحات

صيده . كانوا فى حاجة إلى أن يجمعوا معا الأبحاث التى أجريت عن خدمات الطبيعة ، كما طرح فيتوسك . كانت كل أبحاثهم مبعثرة أكثر مما ينبغى ، ماذا عن الاشتراك فى تأليف مقال لإحدى المجلات ؟

ينبغى أن يكون لهذا المقال ثقله ، وأن تكون فيه بيانات حقيقية . ولكن من الذى يستطيع أن يجمع معا مدخلاتهم ؟ وتقول لوبشنكو وهى تتذكر ، " كان من الواضح أن جريتشن هى الأكثر تأهــلا لذلك " . والتفت كل واحد إلى دايلى . وتقول دايلى وهى تتذكر ، " لما كنت لم أرد بالسرعة الكافية لأتخلص من المهمة ، فقد أختارونى " .

أُختيرت دايلى لأن لها منهجًا منتظمًا كما أن لها معرفة بالمنهج البينى . وفوق كل شىء ، فإنها ملتزمة التزاما غير شائع ويستحوذ عليها التزامها . وكمثل ، فقد حدث ذات مرة أن وُجه انتقاد لبحثها فى كوستاريكا لأن فخاخها كانت تخفق فى الإمساك بالفراشات التى تطير عالية فوق أعالى الغابة . وأخذت دايلى فخا وأعادت تصميمه من أول البداية حتى المنتهى ، ملتمسة طريقة لتجعله يعلو إلى تسعين قدما بين الأشجار ، وقررت أن تستخدم سلكا شبكيا ينقذف كالمقلاع لينطلق فوق قمة شجر الغابة ثم يهبط ليحط فوق فرع شجرة . وأضافت مصراعا يمكن أن تغلقه وهى من تحت فى أسفل الشجر . وأقامت مجموعة من هذه الشراك الجديدة عاليا بين الأشجار .

كرست دايلى نفسها لمشروع خدمات الطبيعة ، وقد أدركت بسرعة أن مقالاً واحدًا لا يمكن أن يتضمن كل ما يرغبون فى قوله . وطرحت أن يحولوا فكرتهم إلى تأليف كتاب ، وأخذت تخصص الفصول وتلاحق المشاركين فى التأليف ، وتعاود الاتصال بأفراد كثيرين مختلفين ممن التقت بهم فى أول حياتها المهنية ، وساعدتها جين لوبشنكو فى تدبير منح من مؤسستى و . ألتون جونز و باكارد . كانت لوبشنكو ترأس أكبر منظمة للأبحاث فى الولايات المتحدة وأكثرها لفتا للأنظار ، الجمعية الأمريكية لتقدم العلم . وكانت هذه منبرا متينا ملائما لأن يعلن من فوقه عن جهد أوسع لتوثيق خدمات المنظومات الإيكولوجية . وقررت لوبشنكو أن تجعل من خدمات الطبيعة حجر الزاوية فى الاجتماع السنوى لعام ١٩٩٧ ، فى سياتل ، حيث كان قد رتب أن يتحدث بيل جيتس .

- ٦ -

أخذت أفكار الكتاب تتخذ شكلها فى ربيع وصيف ١٩٩٦ ، وذلك فى مسودات تمهيدية لتسعة عشر فصلا ، شارك فى تأليفها اثنان وثلاثون مؤلفا جمّعتهم دايلى . وكان ممن أتت بهم الاقتصادى لورانس جولدر وصديقها دونالد كنيدى ليشرحا النموذج النظرى ؛ وجارى نابان وستيفن باكمان ليناقشا ما يحدث من انخفاض كارثى فى أعداد الحشرات ناقلة حبوب اللقاح ، الأمر الذى يهدد الكثير من النباتات البرية ونباتات المحاصيل ، ثم هناك جين لوبشنكو لدراسة خدمات المنظومات الإيكولوجية فى المياه المالحة للبحار ؛ وصديقة دايلى القديمة ساندرا بوستل لمناقشة خدمات المياه العذبة . وأخذت على عاتقها القيام بجولة محاضرات فى اليابان ، لتعود منها إلى بروفيدنس ، ثم رود أيلاند لتلقى ورقة بحث فى مؤتمر الجمعية الإيكولوجية الأمريكية . ونشرت فى تلك السنة فى مجلات علمية ثمانية مقالات شاركت فى تأليفها ، كانت تشق على نفسها بالعمل بشكل عنيف .

حل الوقت لأن يعاودوا الالتقاء فى الصيف للمشاركة فى فصولهم للكتاب فى اجتماع لبيو فى بيوريتى سبرينجز بولاية نيوهامبشير ، وعندها كانت دايلى منهكة تمامًا . كانت قد ظلت فى سفر طيلة أسابيع بلا انقطاع . وكثيرا ما كانت دايلى هى التى تنظم فى اجتماعات بيو الخروج للنزه والمغامرات خارج البرنامج الرسمى (وهى التى أوحت إلى لوبشنكو أن تغوص بين الصخور فى جامايكا) ، ولكنها فى هذا الاجتماع بعد أن ركبت مع الآخرين قوارب الكانو فى أول منتصف ليلة ، ما لبثت أن عادت لغرفتها لتنهار وقد أصابتها الحمى .

لم تستطع دايلى أن تنضم إلى الآخرين فى تسلق جبل واشنطن ، فرقدت فى الفراش وأخذت تقرأ المخطوطات . وتسرب إلى أسلوبها ما كانت تعانيه من اكتئاب وإرهاق . وكتبت تقول ، " إذا كانت البشرية ليست ذات نزعة انتحارية ، فإن من الواجب إذن أن تبدأ فى تقييم خدمات المنظومات الإيكولوجية تقييما علميًا " . وبالطبع فإنه ليس هناك جديد بشأن هذا التبصر . يصف أفلاطون النتيجة الضارة للإفراط فى الزراعة فى اليونان فى القرن الرابع قبل الميلاد فيقول :

فيما سبق كان الكثير من الجبال صالحا للزراعة ، أما الآن فإن السهول التى كانت مليئة بالتربة الخصبة أصبحت مستنقعات . والتلال التى كانت ذات مرة مغطاة بالغابات وتُنبت المراعى الوفيرة لا تنبت الآن إلا غذاء للنحل ... وتوجد الآن هياكل مهجورة فى بقاع كانت توجد فيها الينابيع من قبل ، ويشهد هذا على أن وصفنا للأرض وصف صادق . كيف ننقذ الأرض ؟ على المرء أن يقيّم أولا خدمات الطبيعة باللغة العالمية ، لغة الفائدة الذاتية – لغة النقود ، وهكذا فإن ناقلات حبوب اللقاح تبلغ قيمتها هى وحدها ما يقرب من ٨,٣ بليون دولار فى السنة ، وهذا أكبر من إجمالى الإنتاج القومى لبلاد كثيرة . يبيّن فصل دايلى عن التربة ، وقد شاركها فى تأليفه باميلا ماتسون وبيتر فيتوسك ، يبين أننا نحتاج إلى ما يصل إلى ألف سنة لتجديد بوصة واحدة يفقدها سطح التربة . وقدر نورمان مايرز قيمة التنوع الوراثى للحياة بأنها بكل بساطة مما لا يمكن حسابه .

ظهر الكتاب بعنوان " خدمات الطبيعة " فى بداية ١٩٩٧ وجذب إليه الانتباه فى التو . وكمثل ، فإن جيوفرى هيل الاقتصادى فى جامعة كولومبيا فتنه الكتاب إلى حد أنه بدأ يشارك دايلى فى الأبحاث . وعرض أن يساعدها فى أمر الاقتصاديات الدولية ، إذا استطاعت هى أن تساعده فى أمر بيولوجيا الحفاظ على البيئة . كان مثلها يحب ما فى التركب من تحدٍّ ثقافى .

جعلت لويشنكو من خدمات الطبيعة موضوع كلمتها فى فبراير فى اجتماع الجمعية الأمريكية لتقدم العلم . وبينما تنبأ بيل جيتس فى كلمته بأن التكنولوجيا الحيوية وتكنولوجيا المعلومات سوف " تسيطران على القرن الحادى والعشرين " ، كانت خدمات الطبيعة وطرق التناول بالمنهج البينى تثير الضجيج فى المؤتمر . وتقول تيريزا هاينز التى تنتمى لعائلة هاينز ذات النزعة الإنسانية الخيرة ، إنه إذا لم يخطُ العلم قدما ليساعد فى تشكيل السياسات التى تدور حول هذه القضايا العريضة ، فإنه بذلك يجازف بأن يصبح مساره مثل مسار كنيسة العصور الوسطى .

عندما عقدت دايلى هى وبول إرليخ وجيوفرى هيل جلستهم الخاصة فى المؤتمر ، وجدتُ صعوبة بالغة فى العثور على مقعد فى قاعة الاستماع المزدحمة . ظهر مقال فى مجلة " نيتشر " كتبه روبرت كوستانزا يبدى فيه حججا مماثلة ، مما أشعل المزيد من النقاش . ها هى الفكرة قد وصلت للأذهان .

حتى تروّج دايلى لهذه الأفكار ، سافرت إلى نيويورك وواشنطن فى جولة كتاب غير معتادة ومعها الاقتصادى جيوفرى هيل ، ومستشار الأعمال المالية مايكل كليمان ، ودونالد كنيدى ، وتقول جين لوبشنكو أنه بهذه الجولة ، " أخذت جريتشين فكرة خدمات المنظومات الإيكولوجية لتضعها على الخريطة على نطاق واسع " . وأخذوا يجتمعون بهيئات التحرير وصناع السياسات ، ويلاقون مستمعين متحمسين فى مجلتى "فورتشون" و " تايم " ، ووضع كتاب " خدمات الطبيعة " دايلى فى المركز من معظم المجلات الإخبارية بما فى ذلك " يو إس " نيوز أند ورلد ريبورت " و " نيوزويك " ، التى جعلتها تقف فى وضع للتصوير داخل شجرة ، بما أدى لرد فعل حساسى من فراشات الأشجار . وكتب قسم الأعمال المالية فى " نيويورك تايمز " مقالاً عن الكتاب فى الصفحة الأولى ، كما كتبت مجلة " ساينس " عرضا للكتاب كله تمجيد ، وقالت " نيتشر " عنه أنه مما يجب أن يقرأه " المدرسون ، والطلبة ، والعلماء ، والمواطنون أيا كان مستوى خبرتهم " . وقال توم هورتون كاتب العمود فى " واشنطن بوست " إن الكتاب يوصف بأنه " أهم كتاب عن البيئة طيلة سنوات ، وهو نقطة البداية لوجهة نظر جديدة عن الأرض نحتاجها أشد الاحتياج " .

ورأى عارضو الكتب أن إسهام دايلى فى المقدمة ، والفصل الذى شاركت فى تأليفه عن خدمات التربة ، وإسهامها فى الختام ، كل هذا كان يتسم اقتصاديا بالدقة وقوة الحجة ، وأحب بعض زملائها ذلك الكتاب . وأشار هيل إلى الفقرات التى أقرّت دايلى فيها بوضوح بوجود حدود للتحليل الكمّى ، وحيث عرضت المشاكل ببراعة وطرحت حلولها الرياضية . ووصف الكتاب بأنه " حركة كم " بالنسبة لها ، وبدا أخيرا أن السنوات الطويلة التى قضتها دايلى فى عمل شاق وهى تعيّن ما له أهمية رئيسية من الأنواع ومن حوسبات الجغرافيا المكانية ، أخذت تؤتى ثمارها .

على أن بعض النقاد أبدوا تشككهم فيما بدا من عدم متانة إسهامات باحثين آخرين وما بدا من خلط فى المركز من المشروع . فقد لاحظ عارضو الكتب أن بعض المساهمين كانوا يخلطون بين المصطلحات الاقتصادية مثل القيم " الحدية " و " الإجمالية " ، فالقيمة الإجمالية بالنسبة مثلا لناقلات حبوب اللقاح قيمة لانهائية - لأنه لا يوجد واقعيا أى طريقة لتلقيح المحاصيل اصطناعيا لإقامة أود عشيرة سكان من البشر . إلا أن القيمة الحدية لأحد أنواع النحل مثلا ، قد تكون نسبيا صغيرة إذا كان هناك نوع آخر يستطيع أن يخدم نفس الهدف التلقيحى . وهناك مدخلات أخرى ، مثل مدخل مصايد الأسماك ، فيها خطأ بشأن الفارق بين القيمة والتكلفة . ووصف أحد عارضى الكتب إسهام الكتاب فى الاحترار الكوكبى بأنه مما عفا زمنه . وباختصار ، فإن المقالات تباينت فى مدى تمكنها من الاقتصاديات ، وكان هناك تراكم من المعادلات الفضفاضة ، والمصطلحات الخطأ ، والفروض المهتزة ، أدت كلها معا إلى " التعتيم على تأثير " الكتاب ، كما لاحظت مجلة " قضايا فى العلم والتكنولوجيا " . وظهر عرض مهم للكتاب فى مجلة " ترى " (مخصورة اتجاهات فى الإيكولوجيا والتطور) وصف الكتاب بأنه " شامل إلى حد راق ، ولكنه مهتز من حيث " التصور العام " .

على أن أهم نقد أساسى كان حول المفهوم نفسه . هل هو علم حقيقى من النوع الذى يغير وضع النموذج الأساسى ، أو أنه مجرد " تطلع " ، هو كما فسر الأمر عارض الكتاب فى " ترى " يشبه محاولات القرن التاسع العشر للحصول على ماكينة تتحرك للأبد " ؟ وهاجم بعض من يكتبون الرسائل لمجلات البيئة مؤلفى الكتاب بأنهم ماديون ويفترضون أن الإنسان هو محور الكون وينحطون إلى أن يضعوا قيمة للطبيعة بالدولار . وردت " ساينس " على الهجوم بأن هذا الرأى الذى ينتمى للأبراج العاجية يتخلى عن دور العلم فى تشكيل السياسة . وعلى كل فإن الكتاب أعلن عن نفسه " كبداية " .

إذا كان هناك كثيرون من المنظرين العظماء فى الماضى قد تحاشوا التطبيق ، فهناك عدد أكثر كثيرا قد ساهم بنشاط فى التاريخ . وقد ناضل جاليليو بنشاط ليجعل تليسكوبه أداة مفيدة عسكريا . وطرح أينشتين على فرانكلين روزفلت أن الألمان يصنعون قنبله ذرية تتأسس على نظريته عن النسبية . وأصبح جيمس واطسن وفرنسيس كريك زعيمين لايبزهما أحد فى الجينوميات وثورات علم الأعصاب التى أفرخ عنها اكتشافهما

لدنا . ويقول مايكل كليمان ، " بينما يقنع علماء آخرون أنفسهم بالأبحاث التى تؤدى لأوجه تقدم هينة ، فإن جريتشين كانت تسعى وراء الوليمة بأكملها " .

أدى هذا المبحث إلى أن خرجت منه أفكار كثيرة .. إذا كان المرء يستطيع إضفاء قيمة على الطبيعة ، فإنه إذن يستطيع أن يبيع أسهما لها ، وأن يجعل الناس يستثمرون فيها . هل فى الاستطاعة أن " نخصخص " الحفاظ على المنظومات الحالية بحيث تجد الشركات والأفراد أن هذا الحفاظ فيه فائدة لهم ؟ أنفقت مدينة نيويورك ٦٠٠ مليون من الدولارات لتحسين مجمع أمطار " كاتسكيل " ، بدلا من إنفاق ٤ بلايين دولار لبناء منشأ جديد لمعالجة المياه . وابتكرت شركة ميرك وكوستاريكا مشروعًا أثار خلافًا فى الرأى وهو مشروع استثمارى مشترك للتنقيب عن جينات النباتات والحيوانات فى غابات الأمطار التى لها إمكانات فى صناعة الأدوية . وتم فى فلوريدا إنشاء ما يقرب من ثلاثين سدا فى الأراضى السبخة ، دفعت فيها الحكومة مبلغا استثنائيا للشركات لإنقاذ وحماية الخزانات الصخرية الطبيعية للمياه والمستنقعات المنقية للمياه .

كان هناك بعض من أصغوا لذلك من صناع السياسة .. واستخدم آل جور نائب الرئيس هذا المفهوم فى كلمة ألقاها عن مبادرة تكنولوجيا المعلومات الجديدة التى أعلنها مبكرا فى ١٩٩٨ . وطرح جيوفرى هيل عالم جامعة كولومبيا أن تسوّق البلاد مناطقها الطبيعية بما يماثل أن يتولى إدارى تنفيذى كبير أمر شركة عامة . وهكذا فإن تلك الأفكار التى ظلت تحوّم زمنا فى الجو ، قد اكتسبت الآن قوة دافعة لها .

ظلت دايلى زمنا وهى ترغب فى استخدام التصوير بالقمر الصناعى ، وهى تكنولوجيا كان يستخدمها باحثون آخرون كثيرون ، وذلك لتصنع تو اللحظة تقديرات لشئون صحة المنظومة الإيكولوجية ، واتصلت بالباحث الكوستاريكى أرتورو سانكز – أزوفيفا . ورد عليها موافقا ، وأنه بواسطة القمر الصناعى (لاندسات ثيماتيك مابر) سيخبرها عن الوقت الذى يقوم فيه الفلاحون بقطع الغابات . عندما كان ثمن البن يرتفع كانت غابات كوستاريكا تعانى ؛ وعندما تنخفض أسعار البن ينهار الاقتصاد ولكن تتحسن الحالة الصحية للمنظومة الإيكولوجية . وكان لأرتورو سانكز ، الرجل المرح ذى الوجه الوسيم ، صلة شخصية ببحثهم . فقد كان جده والكثيرون من أقاربه فلاحين ،

وهو يتذكر قائلا ، " لعلهم كانوا يقتلعون أشجار الغابة بالقدر نفسه مثل أى واحد آخر فى المنطقة . وهذه طريقة لأرد ثانية بعض ما أخذوه " .

أقامت دايلى فى ربيع ١٩٩٨ أول مهرجان لها لأطفال سان فيتو ، لتبدأ به محاولة الوصول إليهم ، الأمر الذى أصبح مهما لبحثها . وتحدث إليهم سانكز ، الذى كان يدرّس فى جامعة ألبرتا ، عن الطريقة التى سيستخدم بها الأقمار الصناعية فى السماء ليدرس الغابات والحقول ، وسأله أحد الأطفال عما إذا كانت الفراشات تموت فى شراكهم . وذهبت دايلى للخارج إلى سيارة النقل وجذبت منها شَرَكًا شبكيًا مصنوعًا باليد ، وهو أساسًا أسطوانة من الشباك فوق إطار شماعة سترات ملوية يتدلى أسفله لوح عليه الطعم . كانوا يستخدمون العسل الأسود ، والروم ، والموز المتفسخ بفرط النضج ، حتى يجذبوا الفراش كما شرحت لهم . وكلها لها رائحة حلوة مغرية . وقالت دايلى فى أناة ، " تدخل الفراشة من هنا ، ثم تأكل الطعم ، وتصبح ثملة بعض الشيء ، وتبقى مستقرة مرتاحة لا غير وهى محمية من مفترسيها ومن المطر حتى نفحص الشرك ثم نطلقها " .

استمتع الأطفال بالمهرجان ، إلا أن هذه العلاقات الطيبة كان لها هدف جدى . وكما يقول جيراردو سيبالوس ، " هكذا ساعدنا الناس المحليون حقا فى الوصول إلى الصورة الحقيقية لما يجرى " ، ويتذكر أرتورو سانكز بحرارة (مباراة جنون النبيذ) التى كان إرليخ يشرف عليها فى المحطة البيولوجية فى كل يوم عند الخامسة . فكان إرليخ يلف صناديق النبيذ أو زجاجاته ، وهى أحيانا من نبيذ الأناناس المحلى ، وأحيانا من نبيذ الكروم ، أو أيا مما يوجد فى سان فيتو ، ويُقدِّم لهم النبيذ مع خبز قديم فيعطون أحكامهم المحنكة على ما يتسم به النبيذ من صفات . وفى النهاية يفك إرليخ اللفافة متباهيا ، و " قد يثبت فحسب فى النهاية أن ما فيها كان خلاً أو أى شيء من ذلك " ، كما يقول سانكز ضاحكا .

- ٧ -

واصلت دايلى طريقها لتصبح من نجوم العلم وهى مرهقة ، منفعلة ، وقد أحست بأنها مشتتة بأكثر مما رغبت فيه قط . وأخذت بصفتها شخصية مبرزة فى النموذج

الأساسى لخدمات الطبيعة ، تحاضر فى أنحاء العالم كله . وألقت الأحاديث بالأسبانية فى جامعات أمريكا الوسطى ، وعملت فى هيئة لمستشارى الرئيس فى العالم والتكنولوجيا ، وأنفقت الكثير من وقتها فى إجراء أبحاث ميدانية فى سان فيتو . كما كانت من المساهمين الأساسيين فى الاجتماعات السنوية لمعهد بايجر وزملاء بيو " وأخذت تطلب المنح وتكسب الجوائز مثل ضمها إلى " نادى القرن " لمجلة " نيوزويك " . كما لجأ الجميع لها للاستشهاد بها بشأن أضرار تيار النينو (*) التى قدرت بأنها ١٣ بليون دولار .

طارت دايلى فى أوائل ١٩٩٩ أثناء الليل إلى سان خوزيه ، عاصمة كوستاريكا ، وانتظرت ساعتين لتعثر على ما فقدته من أمتعتها وأجهزتها ، واستحوذت على سيارة بالإيجار لتتجه إلى أحد الفنادق حيث ستلتقى بزملائها الكوستاريكيين . وكان جيراردو سيبالوز سيأتى منفردا من مكسيكوسيتى . أحست بخواء فى رأسها من قلة نومها . وأنحشرت فى زحمة المرور الخبيثة فى الصباح فى سان خوزيه . وبينما كانت تتقدم ببطء من خلال دخان الديزل والغاز ، وهى وسط قعقعة عربات نقل المزارع ودوى موسيقى السالسا (**) من راديو السيارات، وقع بصرها على شىء ما بطرف عينها ، وبعد ثوانٍ معدودة انفجرت عجلة خلفية لديها ، وتوقفت إلى جانب الطريق متنهدة وخرجت من السيارة لتنظر أسفلها .

واقترب منها رجل فى حوالى الأربعينيات خرج من سيارة كانت خلفها . كان حسن الهندام وقد ارتدى حلة فضفاضة غامقة وقميصا أبيض . وسألها إن كانت فى حاجة إلى المساعدة ، وكان ثمة شىء فيه جعلها مرتابة . وسألته " هل تسكن قريبا من هنا ؟ " .

وقال وهو يشير ، " أسكن بالضبط فى ذلك البيت هناك " .

وخرجت من أسفل العربة لتحدثه . وقام بمساعدتها ، ولكنه قبل أن ينتهى مباشرة من مهمته طلب منها أن تفتح باب السيارة للحصول على معدّة أخرى . وفى لحظة كان قد انتزع حقيبتها النايلون التى توضع على الظهر ، وكانت مطوية بين المقعدين

(*) تيار النينو تيار دافئ يؤثر فى ساحل بيروهى وغيرها كل عشر سنوات أو ما يقرب (المترجم) .
(**) السالسا موسيقى شعبية فى أمريكا الجنوبية (المترجم) .

الأماميين . واختفى بها الرجل حسن الهندام ومعها محفظتها وجواز سفرها – وسرعان ما انطلق به بعيدا شريك له كان يختفى فى عربة تنتظر حيث لا يمكن رؤيتها .

وقالت فى نفسها ، ياللحماقة ! ما الذى كانت تفكر فيه ؟ وكما تبين فيما بعد فإن العائلة التى تسكن بالفعل فى المنزل القريب خرجت إليها لتساعدها . وأخبرتها المرأة أن هذه حيلة جديدة . يجرى أحد الرجال أمام عجلتك الخلفية ليضع مسامير وأنت محشورة فى زحام المرور . " كنا نشك فى أمره ، على أنه بدا وكأنه يبذل كل العون لك حتى إننا لم نتدخل " ، هكذا قالت المرأة بينما كان زوج ابنتها يساعد فى إصلاح إطار العجلة . " من حسن حظك أنه لم يحدث لك ما هو أسوأ " . وأبلغوا البوليس المحلى بالسرقة ، وعرفوا أن مالك العربة المؤجرة يشارك فى جماعة إجرامية كولومبية معروفة .

عندما وصلت إلى الفندق بعدها بوقت قصير ، كانت قد أضيفت بالفعل عدة مئات من المطالبات إلى بطاقاتها الائتمانية . وفحصت بريدها الألكترونى . كان هناك موعد انتهاء لإحدى المنح فى أسبوع عودتها .

كانت الجريمة تنحو إلى الأسوأ فى سان خوزيه . وكل واحد عنده حكايته . فالناس إما يهاجمون ليسلبوا أو يجدون من يبادرهم بالحديث ليخدعهم ، وكان سعر البن قد انهار ، ومع زيادة تدفق السياح أتت جماعات من الكولومبيين وغيرهم من جماعات الجريمة . وبعد أن كانت كوستاريكا ذات يوم بلدا آمنا بالكامل ، أصبحت الآن تطرح بعضا من المشاكل نفسها التى كانوا يدرسونها .

وبدا أن الحجج التى وردت فى كتاب " طائر اللقلق والمحراث " أخذت تبرهن على وجودها . وعلى الجانب الآخر من العالم اندلعت النيران فى إندونيسيا وقد أطلقها ما حدث من اقتلاع الغابات ومن اليأس بسبب انهيار الأسواق الأسيوية . وأصبح المرض وإدمان المخدرات سوط عذاب فى أوروبا الشرقية وروسيا ، يدفع إليهما إدمان الكحول ، والبغاء ، وانحدار مستويات المعيشة بعد سقوط الشيوعية . وإذا كان هناك خوف من الفيروسات الجديدة التى انطلقت مع زيادة تعمق ضغوط النمو فى البرية الأفريقية والأسيوية ، فقد عتم على هذا الخوف الآن عودة الحياة للجراثيم القديمة مثل السل ، الأمر الذى دفع إليه انهيار المنظومات الصحية الحكومية . ومع زيادة السفريات الدولية ، أصبح العالم يخضع للمنهج البينى أكثر من أى وقت سبق .

أصبحت دايلى مشغولة أكثر مما سبق لها قط ، وأحست فى بعض الأحيان أن حياتها لم تعد بعد ملكا لها . حدد لها موعد لتلقى حديثا فى المنتدى الاقتصادى العالمى . ورتبت لها جين لوبشنكو أن تكون واحدة من أول مجموعة من الزملاء فى جماعة ألدو ليوبولد القيادية ، ودربتها تدريبا مكثفا فى التعامل مع وسائل الإعلام . وأنفقت قدرا كبيرا من الوقت وهى تلقى الأحاديث لغير العلماء . لم يكن هناك من يعترض على أن الطبيعة توفر للبشرية خدمات لا تقدر قيمتها ، وأنه يجب حمايتها، وأن الصياغات العلمية يجب أن تلعب دورا رئيسيا .

أخذت القضايا التى تتفرع من مفهوم خدمات الطبيعة تصبح أكثر وأكثر تعقدًا . أصحاب مزارع الخيل فى الولايات المتحدة الذين يدمرون المواطن البيئية فى استطاعتهم أن " يعيدوا بناءها " فى مكان آخر . ثم هناك سباق يدور فى البيوتكنولوجيا لاكتساب حقوق ملكية الجينات ، ومستودعات الجينات فى العشائر الطبيعية ، وحقوق ملكية الأدوية المحتمل صنعها من عالم الطبيعة . التضمينات هنا مذهلة .

زادت فى الوقت نفسه سرعة الدمار الإيكولوجى . وكتبت دايلى تقول ، " لو كان هناك فى الفضاء الخارجى من يراقبنا ، فمن المرجح أنه سوف يستنتج أننا لا نكاد نفعل شيئا من أجل أن نوقف أو نعكس اتجاه العوامل الأساسية لانحطاط البيئة " . لقد مات جوعًا منذ ١٩٧٠ ما يزيد عن مائتين وخمسين مليون فرد ، أى ما يقارب سكان الولايات المتحدة ، وحدث منذ ١٩٨١ انكماش فى المساحة المحصولية للأرض بنسبة ٥ ٪ . ويهجر الناس فى كل عام أرضًا مساحتها بحجم كولورادو لأنها لم تعد صالحة بعد للزراعة .

على أنه كان هناك أيضا محاجات مستمرة ضد خدمات الطبيعة ، يُذكر فيها أن هؤلاء الذين ينذرون بسوء العاقبة يتجاهلون كل أوجه التقدم العظيمة فى السنوات العشرين الأخيرة ، وكان هذا الرأى هو الأساس لمقالة كتبها جريج إستربروك فى مجلة " ذى أتلانتيك مونثلى " (شهرية أطلنطا) ، ثم الأساس فيما بعد لمقال أكثر روية كتبه مارك ساجوف . وانتقصا أولا من نزعة كل الإيكولوجيين الطفولية نحو التحذير من كل شىء ، وحاجا بأن علم المنظومات البيئية مليئ بالثقوب . وعلى الرغم من أن أيا منهما لم يكن من العلماء ، فإنهما كانا كاتبين جيدين ، وأدت أفكارهما إلى إشعال النيران .

قالت دايلى فى موافقة ، " نحن لم نلق ضوءا كافيا على نجاحاتنا كما ينبغى علينا " . ولكنها هاجمت ديماجوجية إيستبروك فى استخدامه للحقائق معزولة لينسج منها كما تقول نموذجا هو " خطأ صريح " . فكوكب الأرض يفقد الآن أراضى طبيعية بمعدل أسرع من أى وقت كان فى تاريخ الكوكب ، ومزارع الخيل البرازيلى لا يجد أى قيمة فى أن يحتفظ بهكتار واحد من غابة مطر . ودايلى تريد للعلم أن يعطى لهم هذه القيمة .

عرفت دايلى مؤخرا فى ١٩٩٩ ، أن مساعدها لويس كان يزيف البيانات طيلة شهور . وأحست بالذنب لأنها سمحت لشاب صغير هكذا أن يكون فى هذا الوضع الخطير بالنسبة للبحث ، ولم يكن أمامها أى خيار سوى أن تفصله ، ولكنها استدعت آخرين من المدينة ، مثل جيسوس إلاما شماس الكنيسة ، الذى كان يصنع آلات الجيتار فى وقت فراغه . وأصبح نجم المجموعة فى إعداد شراك الثدييات ، وكان هناك فرد آخر من رجال المدينة ، وهو راندى فيجيورا ، وقد تخصص فى الفراشات ، ومع ذلك ظلت المتاعب تنال منهم . فذات مرة هُدم أحد الجسور لإحلاله بآخر فكان عليهم أن يتركوا السيارة وأن يمشوا عدة أميال بعيدًا عن طريقهم ، وتتذكر جنيفر هيوز أنه فى مرة أخرى طلبت دايلى جاروفا لإزالة أكوام هائلة من القاذورات ظلت جاثمة لأيام لاستخدامها لملء أخاديد فى أحد الطرق .

واصلت دايلى طريقها . وأخذوا يحصلون على نتائج جيدة ، ويجدون أن الحفاظ حتى على قدر صغير من إحدى الغابات ، يمتد مثلا بطول ضفة نهر أو فى ممر ضيق ، يؤدى إلى الحفاظ على تنوع أنواع الكائنات بدرجة لها قدرها بأكبر مما نتوقع ، وهناك دائما إمكان لتعظيم الفائدة المتبادلة ، لو عرف المرء فقط أين يبحث عن ذلك .

- ٨ -

دعنا نتخيل عالما يمكن لنا فيه أن نفتح قسم الأعمال المالية فى إحدى الصحف ونرى فيه قياسات دقيقة صعبة ، ليست عن البطالة أو معدل الفائدة، وإنما عن آخر التراوحات فى دورة النيتروجين أو عودة العافية للغابات فى إحدى البلاد . فإحدى مشاكل هذا العصر هى أننا نبذل اهتماما شديدا لآخر التفاصيل فى الأمور المالية ،

ولكننا نبذل أقل اهتمام بالتغيرات التى تحدث فى تلك الآلة العظيمة لإنتاج الثروة ، أى كوكب الأرض ، وعلى الرغم من كل مشاريع الباحثين ، فأن ما نفعله نحن الآن ليس بأفضل من الطيران فى عماء . ومن هنا تكون أهمية أبحاث دايلى كخطوة أولى تجاه أن نفهم كيف أن تكثيف استخدام الأرض يمكن تعديله لتعظيم سلامة صحة المنظومات الإيكولوجية .

لو قرأنا فحسب كتب التاريخ ، فسيصبح من السهل أن نرى أن أوجه التقدم والإنجازات الخارقة هى على نحو ما محتومة . سيكون من السهل أن نفترض الآن مباشرة أن خدمات الطبيعة هى فكرة يجب بكل تأكيد أن تصبح رائجة . يحدث الآن اقتلاع للغابات فى كل عام بمعدل أكبر من العشرين ألف سنة السابقة لنا ، وليس فى إمكان أحد أن يشك فى أن موارد الأرض ستنفد فى النهاية ، والتكنولوجيا شىء عظيم ، ولكننا لا نستطيع أكلها .

تشبثت جريتشين دايلى ، مثل سوزان جرينفيلد ، باهتماماتها الأولى بالإنسانيات ، وتحولت إلى المحاضرات ، والصحافة الشعبية ، والإسهامات التى تؤدى لتنفيذ مطلبها المعقد ، وهى مثل جرينفيلد ، تكتب كثيرا للصحافة وتثابر بلا كلل للتمسك بكل فرصة تسنح لدفع جدول الأعمال الذى تؤمن به . وقد سبب لها ذلك الدخول فى مشاكل ، ولكنه مكنها من أن تعمل بأصغر قدر من المال مثل مارسى ، عندما كان سائر العلم لا يدعم طريقة تناولها للنظم المعقدة . وهى مثل فنتر ، تنظم جلسات مناقشات علمية فى اجتماعات كبرى ، وخاصة فى اجتماع الجمعية الأمريكية لتقدم العلم الذى كثيرًا ما تكون سمعته غير طيبة .

ما زال النقاش يدور حول القدر الذى تغير به دايلى من النموذج الأساسى ، على أنها وهى فى منتصف العشرينيات من عمرها قد دفعت إلى الصدارة من أهداف العلم الأكثر تحديا ، دراسة القدرة على استدامة كوكب الأرض ومستقبل نوعنا . وتقول جين لوبشنكو العضو الجديد بالأكاديمية القومية للعلوم ، " تجمّع لدى جريتشين مدى أوسع من المعرفة ثبت فى النهاية أنها معرفة رائعة على نحو مطلق . إلا أنه من السابق جدًا لأوانه أن نتحدث عن الطريقة التى ستؤدى بها الجغرافيا البيولوجية للريف دورها " .

أخذتُ أراقب دايلى وهى جالسة فى طرف الصف الأمامى أثناء جلسة لجنتها فى مؤتمر الجمعية الأمريكية لتقدم العلم فى سياتل ، وقد أخذت تتناول الأسئلة عن خدمات الطبيعة وعن إعادة تولد تيار النينو . إن لديها قدرة خارقة على الحديث إلى أفراد من مجالات مختلفة تمامًا . وأذهلنى اتساع أفقها . عندما التقينا للإفطار فى ستانفورد ، كانت تلقى اللوم على نفسها عندما يظهر سؤال صعب ، أو عندما يتحداها أحد بشأن مثالية مسعاها ، أخذ المراسلون يطلبونها للتعليق على كل نوع من الاضطراب فى المناخ أوالمنظومات الإيكولوجية . وتكتب دايلى ، أننا نواجه أمورا هائلة من اللايقين العلمى ، " ولكن من الواضح أن معظم الفعل هو فى الجانب الاجتماعى " . أخبرنى مرة أحد الأصدقاء أننى حتى أجيد لعب التنس ، فإن علىَّ أن ألعب من غير حس بالذات . وقد أخذت ذلك على أنه يعنى أن علىَّ ألا أخاف من الوقوع على وجهى ، إنما على أن علىَّ لاغير أنهض ثانية لألعب .

مشدود إلى الحقيقة

كارل ويز والثورة " الأركية "
(ثورة الكائنات السحيقة)

- ١ -

كان الميكروبيولوجي نورمان بيس ، الذى يبلغ الخامسة والثلاثين ، يتدلى من حبل فى كهف فى جبال شياباس بجنوب المكسيك ، بينما يغوص من تحته نهر فى الكهف منحدرا فى شلال ثم يهبط لأسفل إلى كهف أكبر كثيرًا فى انحدار يبلغ خمسة وثمانين قدما ، كشلال يسمى (شلال المفغل) . وثمة رائحة للأرض تفوح من الحجارة الزلقة . تولى بيس قيادة حملة من جماعة من الهواة لرسم خريطة للكهف ، وأخذ بيس يثبت خطا هاتفيا لمعسكر تحت السطح بمائتى قدم ، كانوا يحتاجون إلى الهاتف لأن المطر عندما يهطل ، يحدث فيضانا فى جزء كبير من الكهف . ويحتاج المرء لخط هاتف للتثبت من حالة الجو عند السطح . ومن غير ذلك قد يموت المرء .

جلس بمعداته فى كرسى معلق مثبت بالخط ، وأخذ يُنزل نفسه إلى الماء ، متأرجحًا ، وهو يفك لفّة الخط ، ويترك قوة التيار الثلجى لتدفعه أمامًا . ظل بيس الرجل الضئيل النشط يستكشف الكهوف منذ كان صبيًّا صغيرًا فى ريف إنديانا . وهو يستطيع أن يخبرك بالتاريخ الذى تبع فيه لأول مرة دليلين قاداه لما بدا أنه كهف روتينى فى منتزه للولاية ، كان ذلك فى ٢٢ من شهر يونيو . وأطلعاه على درب مخبوء زاحف طوله ألف وأربعمائة قدم ، حيث تهب ريح باردة شديدة الرطوبة من كهف كبير هائل تم اكتشافه حديثًا فى أعماق الداخل . كشف بيس ، أثناء حياته كهاو للاستكشاف ، عن كهوف جديدة عديدة وعن كهوف من داخل كهوف . وكمثل ، كان ذات مرة فى كهوف الماموث بكنتكى ، بما فيها

من دكاكين الهدايا ومرشدى الرحلات، وأخذ يتطلع لأعلى وهو فى الممر الرئيسى ، واكتشف وجود ظل ، فتسلق لأعلى الكهف ليكشف عن ممر جديد طوله ميل ونصف الميل

كان يعتبر أن استكشاف الكهوف هواية مهمة لعلمه . وقد علمته أن الكثير مما نعتقد أننا نعرفه ، هو فى الحقيقة مما لانعرفه ، وكيثرًا ما نجد أن أكثر الاحتمالات إثارة إنما تكمن فى مكان نظن أننا ينبغى ألا نبحث فيه عنها . وهو يقول ، " استكشاف الكهوف يعلمنا أننا لو ظننا أننا نعرف كل شىء ، فسوف نقع فريسة للاستدلال فى دائرة مفرغة ، فى نموذج أساسى من الرضا عن الذات " .

وفجأة انخلعت المرساة التى تثبته . وأخذ يتقلب بين الثبات لدقيقة ، ليحدث فى الدقيقة التالية أن يهوى لأسفل فى سيل مندفع إلى جرف . وأخذ يهوى عبر أول شلال ، والمياه المنحدرة تنزع عنه نظارته ، ولفة خط الهاتف ، وحزمة معداته ، وكل شىء فيما عدا مصباحه ، وبينما هو فى منتصف الطريق إلى أسفل انجذب الحبل من فوقه والتف مشتبكا . وتعلق الحبل بكاحله ، جاذبا إياه تحت الشلال مباشرة ، وهو معلق مقلوبًا رأسًا على عقب . وتدفقت سيول المياه المثلجة داخل منخاريه وفمه . وأخذ يتلوى ملتمسا فراغا ليتنفس . إنه يغرق .

فى ذلك الوقت ، كان نورمان بيس يعمل أستاذا مشاركا فى دينفر ، ملحقا بالمركز القومى اليهودى . وكان باحثًا مبرزًا فى طريقه لأن يُنتخب فى الأكاديمية القومية للعلوم ذات المكانة الرفيعة ، وذلك بسبب أبحاثه حول البنية الفيزيقية لحامض رنا (*) . ولكنه لم يكن قد بدأ بعد أكثر أبحاثه إثارة ، أو ما كان يسميه (البحث) ويشبهه باستكشاف الكهوف .

حدث فى زمن يسبق قليلاً الوقت الذى كان فيه نورمان بيس يناضل فى أحد الشلالات بكهف فى المكسيك ، أن كان أحد أصدقائه ممن يعملون فى جامعة إلينوى قد

(*) رنا الحامض النووى ريبونيوكلييك ، ويلعب فى الإنسان دورًا مهمًا فى نقل تعليمات الجينات من النواة إلى سيتوبلازم الخلية ، ويلعب فى بعض الكائنات كالفيروسات دور المادة الوراثية الأساسية (المترجم) .

خرج باكتشاف هز العلم الدارويني من أساسه . كان كارل ويز فيزيائيا ثم تحول إلى عالم تطور ، وهو يكبر بيس بأربعة عشر عاما ، ويحس دائما بأنه " مشدود إلى الحقيقة " ، وظل لسنوات يدرس التتابعات القصيرة لرنا الريبوسومي في البكتريا ، ملتمسا ما يوجد في الخلية من مفاتيح لأسرار التطور . كان معظم العلماء الآخرين يستخدمون تكنولوجيا دنا لإطلاق ثورة الجينوم البشرى ، ولكن ويز ، الذى كان يعمل وحده غالبا ، أخذ يدرس رنا في البكتريا سعيا وراء مطلب أكبر كثيرا ، سعيا وراء تاريخ الحياة .

وقع ويز في بحثه هذا على اكتشاف مهم في ١٩٧٦ و ١٩٧٧ . فأثناء دراسته لمجموعة من الجراثيم التى لا تلحظ إلا قليلاً ، وجد مملكة جديدة كاملة من الحياة ، مملكة ثالثة تطرح مفتاحا جديدا لأصل الحياة كلها فوق الأرض ، وإذ حصل ويز على تمويل من منحة صغيرة من ناسا للبحث عن الحياة خارج الأرض ، فقد أخذ يطرح على العالَم العلمى مفهومًا جديدًا للحياة . إلا أن أفكاره عن الكائنات الميكروسكوبية التى أسماها " الأركيات " (أى السحيقة) بدلا من " القديمة " ، كانت تلقى السخرية والعداء . بل وحتى هو نفسه لم يدرك معناها بالكامل . فلا يكفى أن يكون لدى المرء فكرة جيدة . وإنما عليه هو وآخرون أن يبرهنوا عليها ، وأن يستكشفوا ويرسموا خريطة لدلالاتها .

ظل بيس يناضل لينزع رأسه خارج جدار الماء المندفع ، ولم يكن لديه في ذلك الوقت أية فكرة عن تلك الكائنات الأركية . كان يكافح لأقصى ما يمكنه . وأخذ أصدقاؤه يشدون الحبل فيجذبونه بذلك ثانية داخل السيل المندفع . وظل يصرخ ولكنهم لم يتمكنوا من سماعه ، وأخذ يدفع نفسه بكل قوته وهو في الماء ، متواثبا إزاء التيار في الهواء حيث تشبثت قبضته في نتوء زلق ، ويداه تنزفان ، وهو يسعل ويشهق .

سوف يستغرق الأمر عقدًا آخر أو ما يقرب ، على أنهما معا ، نورمان بيس وويز الذى كان على وشك أن يتقاعد ، هما وآخرون ، سوف يقودون الطريق إلى ما أسمته مجلة "ساينس " بأنه " عصر جديد في أحد أعظم مسارات البيولوجيا ، وإن كان من (أكثرها إشكالا) : فهم أصل الحياة " . وضع ويز الأساس وأنشأ بيس التكنيك ، لإزاحة الستار عن كون زاخر بحياة مجهولة ، بقايا من كوكب الأرض الأولى ، في بيئات مهملة مثل قاع المحيط، والينابيع الساخنة ذات البقبقة في أيسلندا أو يلوستون، والمعادن والصخور

فائقة السخونة على بعد أميال تحت سطح الأرض ، والكهوف المائية الكبريتية . وكما سيثبت فيما بعد فإن هذه الجراثيم الغريبة قد اجتاحت كل البيئات تقريبا فوق الأرض . وقد بيّنت لنا أن مفهومنا عن الأنواع والممالك ليس كاملا ؛ وأن الشجرة التى نرسمها للحياة موقوفة النمو ، وأن إدراكنا لتوازن الأنواع فى العالم فيه قصر نظر ؛ ويقول ويز ، " إذا نظرنا للعالم المرئى بعين مدربة ، سوف نرى أن الكائنات الدقيقة هى فى الأساس من كل شيء " . وصفت مجلة ساينس ، التى تتسم عادة بالرزانة ، اكتشافات الكائنات الأركية بأنها " نموذج أساسى جديد لفهم الحياة على الأرض " . أما ما حدث بعد ذلك فقد أدى إلى تحول فى البيولوجيا الأساسية والتطبيقية .

تأتّى الكثير من هذا كنتيجة للصداقة ما بين ويز ، ذلك المفكر الهادئ غير المعتاد الذى يعمل وحده فى معمل مهمل ، وبين بيس المغامر بما له من خبرات أشرفت به على الموت ، وتتمثل فيها روح أعادت صياغة اتجاه أحد العلوم . ما الذى وضع ويز فى المقدمة من أكبر عملية تسارع حدثت فى تاريخ الميكروبيولوجيا ؟ لماذا أدى إنجازه الخارق إلى أن يقود آخرين مثل بيس إلى اكتشافات لم يكن يتصورها أحد ؟ قصة الكائنات الأركية فيها المثل للإبداع والمشاركة . إنها قصة سنوات بذلت خارج التيار الرئيسى لمجال علمى ، فيها التماس ما هو خارق مما هو عادى ، ومتابعة إحدى الأفكار وكان حياة المرء تتوقف عليها . وهى قصة تدور فى النهاية حول قدرة الفكر والصداقة على كشف الغطاء عن كون غير مرئى يكمن فى شقوق العالم المنسية .

- ٢ -

ظل فهمنا للحياة لآلاف السنين وهو ينقسم ببساطة بالغة بين مجموعتين ، النبات والحيوان . ومع اختراع الميكروسكوب فى القرن السابع عشر ، أُضيفت مجموعة جديدة وهى الميكروبات . وتوقفت الأمور عند هذا حتى ثلاثينيات القرن العشرين ، حيث طُرح تقسيم جديد أكثر علمية ، يتأسس على ملامح الخلية ، ويميز بين البكتريا أو ذوات النواة الكاذبة فى جانب ، وكل ما عدا ذلك أو ذوات النواة الحقيقية فى الجانب الآخر .

فى ذلك الوقت تقريبًا شب كارل ويز فى سراكوز بولاية نيويورك . فقد ولد فى ١٥ يوليو ١٩٢٨ ، وهو ابن لمهندس استشارى بينما أمه ربة منزل . ودرس فى أكاديمية

ديرفيلد ، ثم فى كلية أميرست حيث أغرم بالفيزياء والرياضة . كان يخجل عند وجوده وسط جماعة ، وهو ضئيل البنيان وله حس غير عادى بالفكاهة . وكان يحب الوصول إلى أعماق الأمور ، وقال ذات مرة ، " منذ كنت صبيا وأنا أريد ألا أقتصر على فهم الأمور سطحيا ، وإنما أريد أن أفهمها بعمق " . وانجذب تجاه التطور وهو يدرس فى ييل للتخرج وأخذ يدرس الفيزياء الحيوية ، أو ما نسميه الآن البيولوجيا الجزيئية ، فهى التى يمكن لها ، كما يعتقد ، أن توفر القواعد الرياضية التى تتحكم فى الحياة .

على أنه عندما قدم أطروحته ، كان واطسن وكريك ينشران اكتشافهما لبنية دنا. ويقول ويز أنه أحس بأنه " لايصلح لأن يكون عالما " . فقد اعتقد أنه لن يمكنه قط أن يضارعهما . وتحول لدراسة الطب لمدة " عامين ويومين " ، ولكنه وجد أنه مادة باردة أكثر مما ينبغى ، وعاد إلى ييل ليجرى أبحاث ما بعد الدكتوراه .

انقسمت البيولوجيا فى ذلك الوقت بين مجالين – أحدهما هو الغالب – بيولوجيا الخلية كما عند واطسن وكريك . والمجال الآخر ثانوى ، وهو الدراسات الداروينية القديمة للتطور والتاريخ الطبيعى . فالتطور ينتمى إلى القرن التاسع عشر ، ويتمثل ذلك فى اسكتشات داروين التى رسمها بالقلم الرصاص لطيور الدودو (*) والحفريات وفى الروح الغريبة لجامعى الطرائف فى عصر النهضة . أما بيولوجيا الخلية فتنتمى إلى القرن العشرين . علم رياضى مندفع ، وفيه ما يعد بالسيطرة على زمام الحياة بمثل ما فعلت النسبية بالذرة . وكل جانب من الجانبين ليس لديه ما يقوله للآخر سوى القليل .

كان هناك حماس مشبوب داخل مجال بيولوجيا الخلية ، يهدف إلى فهم "الترجمة" ، أى التفاعلات البيوكيميائية المعقدة التى يمارس بها دنا سلطانه فى الخلية . وظهر فى أواخر خمسينيات القرن العشرين صراع لتقبل واحد من نموذجين . طرح أحد هذين النموذجين الفيزيائى جورج جاموف الذى حاج بأن دنا يتفاعل مباشرة مع الأحماض الأمينية للخلية ليشكل البروتينات . وطرح النموذج الآخر فرانسيس كريك الذى حاج بأنه لابد من وجود جزىء آخر ممهد للعملية . وانحاز معظم البيولوجيين إلى جانب كريك، بينما انحاز ويز إلى جانب جاموف . فكان يشارك عالم الفيزياء اقتناعه بأننا نستطيع

(*) الدودو طائر منقرض من فصيلة الحمام ، حجمه أكبر من الديك الرومى . (المترجم)

أن نكتشف المبـادئ التى تكمن فى الأساس من العمليات التى تجرى فى العالم . ويقول ويز . وهو يكاد يضحك : " تتناول الفيزياء عالمـا معقدًا لتجعـل منـه عالمـا بسيطًا . أمـا البيولوجيا فتتناول عالما معقدا لتجعل منه عالما أكثر تعقدًا " .

عندما ينحاز ويز إلى جانب محطمى الأوثان فإن هذا ليس فيه بالنسبة له أى طفرة بالغة ، فقد تربى ويز حسب تراث ثرى من السعى وراء المبادئ الأولى . وكان إرنست بولارد ، المشرف عليه ، قد عمل مع شادويك ، مكتشف النيوترون . وشادويك بدوره قد تدرب على يد إرنست روذرفورد رائد كمبردج فى البنية الذرية . ويقول ويز ، " كان الأمر يشبه أن أدرس التاريخ الأمريكى على يد الرئيسين آدمز (*) " . وتوصل إلى وظيفة يجرى فيها أبحاثا فى الوراثة الأساسية ، وكان مكان هذه الوظيفة مكانا يثير العجب ، فهى فى شركة (جنرال ألكتريك) فى قسم مشترك كان عمره قصيرًا . وبينما كان هناك ، تم فى مكان آخر اكتشاف جزىء يعمل فى بناء الخلية سُمى رنا الناقل ، ووثب علماء البيولوجيا إلى هذا الجزىء باعتبار أنه الجزىء " الممهد " عند كريك . أما بالنسبة لويز ، فإن هذا التفنيد الواضح لفكرة جاموف كان يطرح ما يؤزمه . على أنه بدلا من أن ينبذ حدسه هذا جانبا ، قرر أنه إذا كانت النظرية لا تتوافق مع الحقائق ، فإن الحقائق إذن تكون ناقصة . وإذا كانت الأحماض النووية لا تتفاعل " الآن " مع الأحماض الأمينية فى الخلية ، فإن استدلاله هو أنها ربما تكون قد تطورت منذ زمن سحيق فى الماضى كانت تتفاعل فيه معها ، وقال ويز " علىّ إذن أن أصبح تطوريًا " .

طرح ويز بهذه الطفرة الهادئة أن يقام جسر بين دراسة الخلية ودراسة التطور . وبدا له أن هذا أمر طبيعى . فهو يقول ، " لا يستطيع المرء أن يحدد تتابعات البروتين نفسه فى كائنين مختلفين من غير أن يبدأ فى المسار الذى يجعله من التطوريين " ، على أنه حاول فى هذا المجال أن يركب فرعين علميين يختلفان كل الاختلاف . وإذا كان على صواب فستكون هذه خبطة عبقرى . كان يتوقع تغيرا ديناميا فى الدراسة الاستاتيكية لبنية الخلية ، بما يشبه نوعا ما رآه نيوتن من تغير فى العالم الإستاتيكى للرياضيات منذ قرنين سابقين ، أما إذا كان على خطأ ، فسيعد عندها مجنونًا . وكان طلابه فى وقت لاحق يعلقون عليه بأنه عند النقاش لا يميز كثيرا بين الأفكار العظيمة والأفكار المجنونة : فمن

(*) المقصود أدمز الرئيس الثانى للولايات المتحدة (١٧٣٥ – ١٨٢٦) وآدمز الآخر سادس الرؤساء (١٧٦٧–١٨٤٨). (المترجم)

الصعب عليه إن يدرك وجه الاختلاف من أول الأمر . ولما كان هادئا ومنطويا على أفكاره ، فإنه كان بدلا من ذلك يفكر فى الطريقة التى سيبرهن بها على فكرته .

- ٣ -

عندما انخفضت أسهم شركة جنرال إلكتريك ، أصبح على كارل ويز أن يبحث عن وظيفة جامعية تقليدية ، وقد وجد هذه الوظيفة بجامعة إلينوى فى إيربانا ، كانت هذه الجامعة تبتعد عن شيكاغو بأميال من حقول الذرة وفول الصويا ، بما قد يجعلها تبدو وكأنها فى مكان خلفى منعزل ، ولكنها كانت تصوغ تراثا ممتازا فى الميكروبيولوجيا . وقد درّس فيها ذات يوم سالفادور لوريا العظيم الذى كان مشرفا على جيمس واطسن . وانضم ويز هناك إلى مجموعة نفيسة من الزملاء مثل رالف ولف وسول سبيجلمان ، وكونوا فى النهاية " أحسن قسم للميكربيولوجيا فى القطر " ، كما يتذكر أحد الطلبة ، وهو ديف ستال. أتاحت لهم إيربانا حرية التفكير باستقلال ، وكما يقول فورد دوليتل ، وهو باحث أصغر سنا لما بعد الدكتوراه كان قد درس فى هارفارد وستانفورد ولكنه وفد إلى إلينوى ليكون مع ويز ، " هذا مكان يستطيع المرء فيه أن يمارس أفكاره الخاصة به دون أى تدخل " .

كان معمل ويز صغيرًا . ولم يضيع ويز وقته فى الكتابة لطلب المنح ، كما لم يكن يحب السفر إلى الكثير من المؤتمرات ، وإنما كان يبقى فى معمله لأربعين ساعة فى الأسبوع ، حيث يمكن للطلبة التوصل إليه لإلقاء الأسئلة . ويقول ميتشيل سوجين الذى أصبح الآن مديرا لبرنامج وودزهول للتطور الجزيئى ، أن ويز جذب إليه مجموعة غير عادية من " المنبوذين من المعامل الأخرى ، لم يكن سبب ذلك أنهم أقل جدارة ، وإنما الأمر لاغير أنهم لايتلاءمون مع القوالب المعتادة " . وقد تضمنوا أفرادًا تتراوح اهتماماتهم لمدى أوسع مما تمتد له الميكروبيولوجيا كعلم مباشر ، ومثل ذلك مايكل بليمان ، الذى واصل العمل فى جامعة نورث كارولينا ولكنه فى النهاية افتتح برنامج استيلاد للحفاظ على مستودعات الجينات للاَحمات كالنمور ، والفهود ، والنمور الأمريكية (الجاجوار) ، ومثل لى ساتون ، الذى يتحمس للفلسفة ولا يتعجل الانتهاء من أبحاث درجته العلمية .

وكلهم قد انجذبوا إلى رؤية ويز الواسعة الأفق عما ينبغى أن يكونه العلم وتعلموا منها ، وذلك حسب ما يقوله دافيد ستال ، الذى واصل طريقه ليصبح عالمًا بيولوجيًا فى جامعة نورثوسترن ينال الجوائز الأكاديمية ." ولكن (العلم) لا يمارس كثيرا على هذا النحو . إن كارل لاينجح إلا وهو من الخوارج " .

وتعلموا أيضا شيئا آخر ، وهو أن الحياة المهنية العلمية لا تدور فقط حول كتابة أوراق البحث أو اكتساب أكبر كمية من النقود . وكما يقول ميتشيل سوجين ، " يتناول ويز العلم وكأنه نوع من معبد مقدس . إنه يكاد يكتسب عنده نغمة دينية ، وإن لم يكن ذلك بمعنى إلهى . فهو يعبد العلم ، وهو يعبد الحقيقة " .

أخذ ويز ، فى التماسه لأسرار تاريخ التطور ، يركز على البكتريا ، أقدم أشكال الحياة . وحتى يفعل ذلك احتاج أولا لمنهج للتصنيف ، بالقدر الذى احتاج به داروين لتصنيف الحفريات والأنواع التى اكتشفها فى سفينته " بيجل " (كلب الصيد) وذلك قبل أن يدرس بعدها بسنوات مسألة تاريخها . وبينما كانت توجد وقتها أشجار عائلية ممتدة للحيوانات والنباتات ، لم يكن هناك للبكتريا سوى القليل من ذلك . وكان هناك عمالقة من العلماء فى مجال البكتريا قد ناضلوا فى ثلاثينيات القرن العشرين لإنشاء شجرة من هذا النوع مثل سى . بى . فان نيل فى ستانفورد وتلميذه روجر ستانير بجامعة كاليفورنيا فى بيركلى ، وقد أعلنا أنه من المستحيل أن نصنف فى الكتالوج الفقاعيات والأسطوانيات ، والكرويّات والمخريشات والأنبوبيات التى تعدى الجبن القديم أو تبقع شريحة ميكروسكوبية . إن حفنة لاغير من التربة تحوى وحدها بلايين الميكرويات . وإذا كان من السهل سهولة بالغة أن تنمو هذه الميكرويات حتى فى ثلاجة ، إلا أن من الصعب تنميتها فى مزرعة نقية ، وبالتالى فقد تركزت الأبحاث البيولوجية على نبتات معدودة مثل إشيريشيا كولاى ، مما يمكن دراسته فى مزارع نقية . ولما كان معظم ما نعرفه بالفعل هو أساسًا عن إ. كولاى ، فقد استُدِل بالتالى على أن كل بكتريا أخرى يجب أن تسلك مثل إ. كولاى . ويقول ويز إن هذا القصور الذاتى ثقافيا " كان مذهلاً " .

يعتقد ويز أنه إذا أراد المرء أن يفهم أية مسألة تطورية عميقة فإن عليه ، " أن يعود ثانية إلى ما لم يتمكن داروين من الوصول إليه ... فمن الواضح أن المرء سيحتاج إلى أن

يتمكن من رؤية العلاقات بين الأنواع . ويشبه الأمر أن يذهب المرء إلى حديقة حيوان ولا يتمكن من التمييز بين الحمار الوحشي والأسد " ، ولما كان وافدا من الفيزياء فإنه لم يكن يخشى أن يتخذ طريقة تناول جديدة . وهو يقول لفيرجينيا موريل المحررة بمجلة "ساينس " ، " أنا لم أدرس كباحث فى الميكروبيولوجيا ، وبالتالى فليس لدى هذا النوع من التحيز " . فى ١٩٦٥ وجد لينوس باولنج وإميل زوكر كاندل طريقة لصنع شجرة شاملة ، ونفثا " نفخة البوق " فى مقال فى " مجلة البيولوجيا النظرية " عنوانه "الجزيئات كوثائق للتاريخ التطورى " ، وبيّنا أن تتابعات الجزيئات فى الخلايا تطرح مبدأ لتنظيم الشجرة العائلية للحياة .

وتمسك ويز (بفكرتهما هذه) ، وركز على جزيئات رنا الريبوسومى . ولما كان الريبوسوم يصنع البروتينات التى تقوم بأعمال الحياة ، فإن الحامض النووى الذى يصنع منه الريبوسوم ، أى رنا الريبوسومى ، يمكن أن يكون أقدم الأحماض النووية . كما أن رنا أيضًا أبسط وأقصر من دنا ، بما يجعل من الأسهل لنا دراسته فى تلك الأيام المبكرة ، وهو مما يمكن استخلاصه بسهولة إلى حد ما ، كما أنه يوجد فى كل الكائنات الحية ، ويقول ويز ، " إنه الشفرة الواسمة للكائن الحى ، التى تعيّنه وتصنع فى الوقت نفسه علاقته بالكائنات الحية الأخرى " .

على أنه فى ١٩٦٦ ، لم تكن توجد سوى وسائل معدودة لتحليل رنا . واضطر ويز إلى اتخاذ طريقة تستهلك زمنا تسمى تصنيف النيوكليوتيدات قليلة العدد ، وهى طريقة ابتكرها فريد سانجر ، العالم المبرز فى منهج العلوم البينية الذى كان قد فاز بالفعل بواحدة مما فاز به من جوائز نوبل . رنا مثله مثل دنا ، يُصنع من أربعة قواعد مختلفة – الأدنين ، والسيتوزين ، واليوراسيل ، والجوانين ، وحسب تكنيك سانجر يُقطع رنا الريبوسومى الموسوم إشعاعيا إلى جزازات قصيرة جدا ، وتفرز الشظايا عن طريق حجمها وشحنتها الكهربائية ، وتعرض معا على فيلم بأشعة إكس ، ولا تبين الشفافة الناتجة إلاتجمعات ملغزة من النقط ، إلا أن طريقة ترتيبها أعطت لويز المفاتيح لمعرفة تتابع القواعد فى رنا الريبوسومى الأصلى . وأخذ ويز عبر السنين يرص مئات من هذه الأفلام الكبيرة فى مكتبة لرنا الريبوسومى البكتيرى ، وخزنها فى صوانه فى صناديق صفراء لشركة كوداك . وحتى يدرس هذه الشفافات غطّى كل مكتبه بصناديق للضوء ، بما فى

ذلك جدار بأكمله " متألق بالضوء " . وأصبح رائد خبراء العالم فى هذا الأمر . ويقول ويليام هويتمان بجامعة جورجيا ، " كان ويز يظل يوميًا وهو واقف هناك طول اليوم لينظر إلى هذه الشفافات ، باحثا فيها عن وجود أنماط . ولم يكن يوجد من يستطيع فهم ما يفعله غير ثلاثة أو أربعة أفراد آخرين " . وحتى يستجم ، كان يجهز مشروبا فوق بار فى مكتبه ليشرب عنيفا ، كان وهو فى معمله الضيق الفوضوى بنوافذه المغطاة المظلمة ، يولف بين عمل تفصيلى مرهق للذهن وبين مبحث من أرحب ما يمكن ، ويقول ميتشيل سوجين متذكرا ، " لم يكن أى واحد منا يدرك حقا ما الذى يحاول كارل أن يصنعه . ولست واثقا من أنه كان لديه إدراك كامل للطريقة التى قد يبلغ بها أى نجاح " .

ظل ويز يدرس لطلبة فصوله من ١٩٦٦ إلى ١٩٧٦ وبنى وئيدا مكتبة من حوالى ستين من جزيئات رنا الريبوسومى للبكتريا ، مرتبًا أنماطها فى شجرة عائلة ناشئة للبكتريا ، وكان هناك باحثون آخرون يحددون تتابعات البروتينات للهدف نفسه ، ولكن البروتينات لم تكن شاملة مثل شمول رنا الريبوسومى ، نشر ويز عن التطور النوعى فى البكتريا فى ١٩٧٥ و ١٩٧٦، بما أفاد فى بناء برهان يؤكد أن العضيات الراقية فى الخلية كالميتوكوندريا كانت بالفعل بكتريا خارجية وقعت فى أسر خلايا أخرى منذ دهور وأُدمجت فيها فى تكافل متبادل . وألقى ويز حديثا فى باريس وكان من بين المستمعين ديك يونج مدير بيولوجيا خارج الأرض فى ناسا ، وسأله ديك فيما بعد أن يكتب اقتراحا بمنحة ، وهذه كما يقول ويز أول مرة " يحدث لى قط شىء كهذا " . ووفر له يونج منحة مبكرة بمبلغ له قدره هو ٥٠٠٠٠ دولار .

ومع النقود ، أخذ ويز يلتمس اقتراحات زملائه ليرشحوا له ما يصلح للتحليل . واقترح رالف ولف فى ١٩٧٥ إجراء بحث على البكتريا الميثانية . لم يكن يُعرف إلا الشىء القليل عن هذه الميكروبات المتواضعة التى تعيش فى الوحل . والطين ، وأمعاء البقر والبشر ، بيئات غريبة ، بعضها كاو مثل حمض الكبريتيك – حيث تنتج غاز الميثان . وهى لا تحتاج إلى الأكسجين حتى تبقى حية ، هذه ميكروبات تثير الاهتمام .

وعندما أخذ ويز فى دراستها ، جعلته يزداد ويزداد حيرة . وبدا رناها الريبوسومى غريبًا . فالشفافات ينقصها توقيعات تتابعات بكتيرية معينة . وأخبر ولف أنهم لابد قد

اجروا التجربة على جزيء خطأ لرنا . وأعادوا التجربة مرة أخرى . وظل لشهور وهو يكوم بياناته فى كراسات خضراء صغيرة لا يستطيع أحد فهمها إلا هو وحده . وكهاو لموسيقى الجاز ، فإن ويز قارن ذات مرة بحثه بالاستماع إلى الموسيقى ، فهو يقول ، " على المرء أن يلتقط تلك النغمات الخافتة التى إذا راقت له ، فإنه يذهب إلى حيث يمكنه الاستماع لها على نحو أفضل " . وفى النهاية سجل جورج فوكس البيانات فى شفرة على البطاقات المثقبة ، وكتب برنامج كمبيوتر مبكرا لتفسيرها ، ويقول فوكس متذكرا ، " فى وسع المرء أن يحاول مساعدة ويز ، ولكن هذا يكون مرهقا ، وعلى أى حال فإنه كان دائمًا يقوم بنفسه بالأمر " .

قُسمت الحياة منذ ثلاثينيات القرن العشرين إلى مملكتين – ذوات النواة الكاذبة ، مثل البكتريا ، حيث خلاياها البسيطة جدًا تنقصها نواة ، ثم ذوات النواة الحقيقية . مثل النباتات والحيوانات التى تحوى خلاياها نوى وتطور لنفسها بنى وعضيات ، تبين ويز أنه يرى شيئا رائعا ، الأمر الذى أصابه برجة ، فمن الخارج بدت ميكروباته وكأنها بكتريا ، ولكنها من الداخل ليست كذلك . إنها ليست إلا نوعا جديدًا تمامًا من الحياة ، جسر بين البكتريا وكل شيء آخر ، ظن فى أول الأمر أن هذا مستحيل ، ولكنه عندما فكر أدرك أن النموذج القديم الذى يتكون من مملكتين لم يسبق قط أن اختبر أو تم التحقق منه ، إنه نموذج خطأ .

جابه ويز ولف فى الرواق خارج مكتبيهما ، وقال له ، " هذه ليست بكتريا " !

ويتذكر ولف أنه رد قائلا ، " ولكنها بالطبع بكتريا ، إنها تبدو مثل البكتريا " .

إذا كات ويز قد تعلم شيئًا واحدًا من تحديقه لعشر سنوات فى شرائح الميكروسكوب فهو : أن البرهان لا يكون فى مظهر الكائن ، وإنما يكون بما له من أحماض نووية ريبوسومية . وأخذ يتفحص بياناته مرة بعد أخرى ، وقد اقتنع بأنه قد اكتشف شكلا من الحياة جديدًا كل الجدة . وطرح ما لهذه الكائنات من أيض بدائى ومواطن بيئية متطرفة أنها كائنات قديمة جدًا ، لعلها تكون الأصل لكل الحياة على الأرض . كان فى حاجة لاسم

جيد يتضمن داخله تلك الروعة التى يلهم بها اكتشافه. واستقر على اسم "الأركيات" (الكائنات السحيقة)، وذلك من الكلمة الإغريقية " أركايوس " التى تعنى العتيق. وانتابه شك فى نفسه فى آخر لحظة فأضاف كلمة بكتريا : الأركيبكتريا، التى تسمى اختصارا "الأركيات".

هاتف ويز ناسا ليقول لهم إن لديه خبرًا عاجلاً يُعلن، ورتبت ناسا مؤتمرا صحفيًا، وأُعلن الأمر بأقل ضجيج، بل وحتى من غير أن يحضر ويز، إلا أن اكتشاف ويز اتخذ مكانه فى ٣ نوفمبر ١٩٧٧ بالصفحة الأولى من صحف العالم كله - فى "نيويورك تايمز"، بل وحتى صحيفته المحلية.

خرج ويز من مكتبه فى ذلك اليوم لينعم بما يتوقع من اهتمام جماهيرى. وتوقف ليطلب قهوة فى مطعم للوجبات السريعة فى المدينة. واقترب من الفتاة التى تجلس إلى طاولة تحصيل النقود، وسألها، " هل تعرفيننى ؟ ". وابتسمت ابتسامة بلا معنى، ثم أشرق وجهها.

قالت له، "آه، نعم، أنت والد بوب".

أما رد فعل زملائه فكان أكثر إحباطا بكثير. استهجن بعضهم عقد مؤتمر صحفى فى اليوم السابق لنشر الاكتشافات فى مجلة " بروسيدنجس أوف ذا ناشيونال أكاديمى أوف ساينسز " (وقائع الأكاديمية القومية للعلوم)، ويقول رالف ولف متذكرا، "لم يستطع مراسلو الصحف فهم الأمر، وبالتالى فإن ويز سمى هذه الكائنات بأنها (شكل ثالث للحياة)، و بالطبع فقد كان ذلك سببًا فى الكثير من البلبلة "، وطرح البعض أن ويز قد أنفق وقتا أكثر من اللازم وهو يواجه صندوق الضوء. ولما كان ويز يتجنب المؤتمرات ولا يستطيع سوى أفراد قليلين فهم طريقة قراءة شفافاته. فقد نُظر إليه على أنه شخص مهووس له منهج يثير الشك، وهو فى الواقع ليس ببيولوجيا. وما من أحد آخر يستخدم تكنيكه. وقال آخرون إن أدواته من جزيئات دنا الريبوسومى لا يمكن بأى احتمال أن تجيب عما يوجهه من أسئلة. وكانت ردود الفعل هذه أقسى لأنها كانت تُذكر خفية. فلم ينشر أحد أى رد ولا حاول أحد أن يفند بالتجربة استنتاجات ويز. وكان أحد المعارضين الأساسيين رجل هارفارد إرنست ماير. وفى يوم المؤتمر الصحفى تحدث

سالفادور لوريا عالم معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا إلى رالف ولف قائلا ، " إنك هكذا سوف تدمر حياتك المهنية ، عليك أن تنأى بنفسك عن هذا الهراء ! " أما ر . ج . إ موراى ، وهو محرر الكتاب المرجعى الثقة فى الميكروبولوجيا المسمى " موجز بيرجى " ، فقد ضمن فيه الأركيات على انها فحسب فرع ثانوى تحت البكتريا .

كان ويز يأمل أن تكون هناك استجابة على الأقل من عالمى الميكروبيولوجيا فان نيل وستانير . ولكنه لم يتلق منهما أى شىء من ذلك ، وإن كان ستانير قد كتب بالفعل بطاقة تقدير لزميل استخدم لاحقا تكنيك ويز . ويقول ويز وهو يتذكر ، " أخذت أقرأ كتاب بنية الثورات العلمية " ، وهو بذلك يلجأ إلى أفكار توماس كون حول تاريخ العلم لتساعده فى تجاوز هذه الأزمة فى حياته المهنية ، " كنت أعرف بالضبط ما الذى يحدث . إن أى مجال علمى يتجاهل أولا الفكرة الجديدة ، ثم يعقب ذلك السخرية منها ، وأخيرا يأتى تقبلها " .

لم يحدث إلا فى ألمانيا وحدها أن نال بحث ويز التقدير الذى أحس أنه يستحقه ، ذلك أن أوتو كاندلر عالم الميكروبولوجيا المشهور هناك استوعب فى التو أهمية اكتشاف ويز ، ورتب كاندلر لانعقاد أول مؤتمر فى العالم عن الأركيات ليعقد فى ميونخ ١٩٨١ ، مفتتحا هكذا سلسلة سنوية من المؤتمرات . ولما كان كاندلر على معرفة بإحساس ويز بالاضطهاد ، فقد رتب لحضور فرقة موسيقى نحاسية لإحدى الكنائس لتحية ويز عندما ينهض ليخاطب المؤتمر . ويقول ويز وهو يتذكر ذلك بعد ما يقرب من عشرين سنة ، "كان ذلك وقتا ممتعًا ، إن كاندلر يراعى المشاعر ، وهو رجل متفتح " .

ولكن حتى بعد أن مر جيل ، بقى ويز حساسا ، واستمر فى حنقه . ويقول نورمان بيس متذكرا ، " إنه حتى فى وقتنا هذا يندفع أحيانا ليهاجم فى عنف أفرادا قد عاونوه ، ولكنهم كما يظن قد خذلوه لأنهم لم يعترفوا بأركياته " ، وعلق آخرون على كبر حجم دعواه ، ويقول فورد دوليتل ، " كانت هذه فكرة جديدة وجد الناس جهدًا فى تقبلها " .

عندما بدأ ويز بحثه لم يكن يبحث عن فرع جديد من الحياة ، وإنما كان يبحث أمر تاريخ تطور الخلايا ، كان يريد أن يكتشف (السلف العام) لكل الحياة على الأرض ، وعاد إلى مسعاه هذا بعد إعلان اكتشافه للأركيات . وأخذ فى النهاية يحصد ثمار جهود حياته

الذهنية – منحة ماك أرثر المتميزة ، وجائزة ليوينهوك ، أعلى تشريف فى الميكروبيولوجيا ، وانتخابه عضوا فى الأكاديمية القومية للآداب والعلوم .

كانت شجرة الحياة التى أنشأها بأجزائها الثلاثة شجرة مذهلة . فهى تبين أن الحياة تتكون فى معظمها من كائنات وحيدة الخلية وغير مرئية للعين المجردة ، تصحبها النباتات والحيوانات وسائر الحياة المرئية التى تشكل فقط غصنا صغيرًا فى شجرة هائلة ، على أنه إذا طبقت البيولوجيا ما اكتشفه ، فسوف تكون هناك حاجة لعلماء آخرين ليلتمسوا المزيد من البيانات وليوسعوا من دلالاتها . على أنه ما من أحد كان يتلهف لأن يكرس سنوات من الأبحاث فى نظرية خلافية طرحتها شخصية مهووسة . أما نورمان بيس فهو من جانبه وإن كان " حقًا مهتما بمفهوم الشجرة الكبيرة " ، إلا أنه كان ينظر فى أمر البنية الفيزيقية لرنا الريبوسومى سعيًا وراء فهم أفضل للخلية ، ليصل فى النهاية إلى أشياء مثل الأدوية الأفضل ، لم يكن يهتم حقا بالأركيات لذاتها . ولم تكن لديه أى رغبة فى أن يكون بالنسبة لكارل مثلما كان "بولس بالنسبة للمسيح " كما قال ذات مرة . على أن صداقته لويز أفادته فى أن يدرك أن العالم الأكبر سنا كان يعطى "معنى جديدًا لفضاء التطور " ، كما يقول متذكرا . وكان بيس يحس بالانسجام مع رسم الخرائط الفضائية لأنه كان ينسجم مع رسم خرائط الكهوف . كان يهوى الاستكشاف ويهوى الكهوف ، وشجرة ويز توفر له خريطة جديدة عميقة يستطيع أن ينظر فيها إلى الاثنين .

– ٤ –

شب نورمان بيس فى ريف إنديانا ثم ذهب إلى جامعة إلينوى كطالب بحث فى الميكروبيولوجيا ، لم يعمل فى معمل كارل ويز ولكنهما تحدثا معا كثيرًا ، وفى ١٩٦٩ رحل بيس إلى جامعة كولورادو فى دينفر حيث بقى فيها لخمسة عشر عامًا ، ترقّى فيها من أستاذ مساعد إلى أستاذ مشارك ثم إلى أستاذ بالكامل ، وهو يستكشف الجبال والكهوف حول بولدر ، وفى المكسيك ، وغيرها ، وكان ينهى إلقاء دروسه ومحادثاته بأن يصيح ، " هيا نتأرجح ! " ، كان قصيرًا وعنيفًا ، ومدرسًا مشبوبا بالحماس . وقد افتتن

بيس بما يوجد من إمكانيات فى رنا . وكان يقارن دراسة معماره بما يتطلبه رسم خريطة الكهوف من تفكير يستخدم الأبعاد المتعددة . وكان من خبرته القاسية فى " شلالات المغفل " ، وغيرها من استكشافاته ما جعله يقول ، " إن هذا قد وضح لى أن عدم البحث فى المكان المناسب قد يكون هو الطريقة لاكتشاف شىء جديد " ، وأخذ يدرك من حديثه مع ويز أن خريطته للحياة التى يستخدم فيها رنا ما زالت منقوصة . تمكن علماء المعمل من أن يستزرعوا جزءا فحسب من العدد الحقيقى للميكروبات . ويقول بيس ، " إن ويز قد وفر ... الهيكل للعلاقات التطورية ، ولكننا ما زلنا لانعرف مطلقا أى شىء عن تنوع الميكروبات فى العالم " .

أصبح أفراد كثيرون يهتمون بجزىء رنا باعتباره الجوهر الأول للحياة ، الذى يرجع تاريخه لما هو أقدم من جزىء دنا المعقد . ولكنهم لم يستطيعوا بعد البرهنة على أن رنا له القدرة على نسخ نفسه ، وهذا هو " الشرط الضرورى " للحياة . عثر توم سيش بجامعة كولورادو على ما هو قريب من ذلك فى ١٩٨١ ، أى العام نفسه لأول مؤتمر عالمى عن الأركيات فى ألمانيا ، فقد وجد أنه : يمكن لرنا أن يجدل نفسه ، وعندما توصل سيدنى ألتمان فى ييل إلى اكتشاف مماثل ، أمكن لعلماء التطور فجأة أن يلقوا نظرة على الحياة المبكرة وأن " يتوقعوا عالمًا من رنا " ، كما كتب والتر جيلبرت فى " نيتشر " فى خطاب شهير تولد عنه مجال بأكمله من مجالات الدراسة . وصل سيش آتيا من بولدر ليلقى حديثا ، وذهب بيس وزميل آخر عند لويز اسمه جارى أولسن للاستماع إليه . ويقول أولسن ، " كان الأمر يشبه أن يصيح المرء متعجبا ، إن هذا يغير العالم ! " .

فى حوالى الوقت نفسه عثرت الغواصة " ألفين " الخاصة بأبحاث أعماق البحار على مخابئ هائلة لميكروبات غير معروفة تعيش حول فتحات بركانية فى مجتمعات غريبة بها ديدان أنبوبية ماردة ومخلوقات أخرى . ولما كانت الأركيات وأبناء عمومتها من الميكروبات تنمو فى ماء ساخن لدرجة تقرب من الغليان ، فقد سميت أليفة الدرجات القصوى أو أليفة الحرارة . وبعضها يتغذى على ثانى أكسيد الكربون ، والبعض الآخر على كبريتيد الهيدروجين . أما أنواعها التى فيها تمثيل ضوئى فلا تستخدم الكلوروفيل . فهذه الكائنات توصف فى كلمة واحدة بأنها غريبة الأطوار . على أن بيس قد ثار اهتمامه بها

لأن أليفة الدرجات القصوى هذه لديها رنا ريبوسومى راسخ أشد الرسوخ ، ويمكن أن تكون هذه الكائنات مفيدة فى سعيه لفهم البنية الفيزيقية لرنا ، واتصل بأحد الباحثين طلبا لبعض عينات من هذه الخلايا ، كان ذلك فى ١٩٨٤ ، وكان بيس فى عطلة سبتية عاد فيها إلى جامعة إلينوى . انتظر بيس ، ثم كتب واتصل بشأن طلبه مرة أخرى . كان الوقت قصيرًا ، ومع ذلك لم تصل إليه أى خلايا .

وبينما هو ينتظر التقط كتابا ألّفه توم بروك بجامعة ويسكونسن ، واسمه "الكائنات الدقيقة أليفة الحرارة ، والحياة فى درجات حرارة مرتفعة " . يصف الكتاب تلك السجف الكثيفة المصنوعة من خيوط وردية لامعة من بكتريا أليفة الحرارة تعيش حول "اكتوبوس هوت سبرنجز " (ينابيع الأخطبوط الساخنة) فى يلوستون . فكر بيس فى هذه الفكرة وصاح صارخا فى مجموعته ، " هيابنا ، لننس أننا ننتظر خلايا ، سنذهب لنحصل على ملء دلو من الوحل ثم نحدد تتابعات كل ما نجده فيه من كائنات " .

واعترض جارى أولسن باحث ما بعد الدكتوراه قائلا ، " ولكنك لن تعرف ما تكونه هذه الكائنات " .

" ليس هذا مهما ؛ سيخبرنا رنا عما لدينا " .

ظلوا جميعا جالسين لثانية ، وهم مذهولون ، بينما تغوص الفكرة فيهم عميقا . بوسعهم أن يخرجوا لا غير ، ويجمعوا بعض نز الطين بطول مجاز للسياح ، ثم يحللونه عشوائيا . لقد ظل الميكروبيولوجيون طيلة قرن وهم يجهدون أنفسهم بجنون فى محاولات للتوصل إلى مزارع نقية فى المعمل . وها هو بيس يقول : " عليكم لاغير أن تجروا البحث فى القذر " . وفى إمكانهم أن يجروا تحديدا لتتابعات الجينات التى أخذت مباشرة من البيئة ، باستخدام طريقه بندقية الرش .

وسأل أولسن ، " هل تدرك ما قلته فى التو ؟ إنك هكذا تُحدث لاغير تحولا فى علم البيولوجيا الميكروبية " .

عندما تجاوز بيس على هذا النحو التجارب المعملية على الكائنات الدقيقة المستزرعة ، فإنه طرح بذلك طريقة جديدة للرؤية ، تقترب من واقع الحياة أكثر مما تكشف عنه طريقة التناول المعملي التقليدية . فالميكروبات لا توجد في العالم "كأنواع" تعينت في أطباق البتري (*) ، وإنما هي تعيش في مجتمعات زاخرة متكافلة حيث يقترض الواحد منها بحرية من الآخر طعامه ، وفضلاته ، بل وربما جيناته . وكمثل فإن الأركيات التي لا تتنفس الأوكسجين تكاد توجد دائمًا مع كائنات تحتاج بالفعل للأوكسجين . وقد بينت حشود الكائنات المغلية التي اكتشفتها " ألفين " فوق قاع المحيط أن التكافل نموذج أساسي للحياة فوق كوكب الأرض وليس الاستقلال . وبيس يطرح الآن وسيلة لاتباع " طريقة تناول للكائنات الدقيقة بواسطة التاريخ الطبيعي " ، كما يقول دافيد ستال ، شيء يماثل ما فعله داروين وآخرون للنباتات والحيوانات ، ولكن لم يفعله أحد أبدا من قبل لذلك العالم غير المرئي .

كان هذا تهجما بالكامل على كل فكرة ما يكونه المعمل أو النوع . كما أن فيه متعة أيضا ، ويقول فورد دوليتل ، " بدت فكرة الينابيع الساخنة بالنسبة لنورم وكأنها كهف آخر ، لقد أعطته مبررا ليذهب إلى يلوستون . ولو كان الأمر لي لخفت من تجربته " .

هكذا ركبت جماعة مشبوبة بالانفعال سيارة نقل مقفلة ، وشملت هذه الجماعة بيس ، و ويز ، ودافيد لين ، وجاري أولسن ، ودافيد ستال ، واتجهوا بالعربة إلى يلوستون في صيف ١٩٨٨ . ويقول ستال متذكرا ، " كان هذا نوع من الحج " . وأخذوا ، وهم وسط السياح المتجولين ، يجمعون عينات من الطين حول البركة التي تقترب حرارتها من الغليان ، وخزنوا العينات فوق ثلج جاف ، وجمدوها في مبردات معدنية ، وعادوا بعربة النقل إلى إلينوي وأخذوا في تحديد التتابعات ، وإذ فعلوا ذلك فإنهم كانو يقلبون طريقة تناول ويز ، ويقول بيس ، " استخدم كارل ويز الكائنات الدقيقة لتعيين رنا الريبوسومي . وقد استخدمنا نحن رنا الريبوسومي لتعيين الكائنات الدقيقة " .

(*) أطباق البتري أطباق صغيرة مغطاة من الزجاج أو البلاستيك ، تستخدم في المعمل للحصول على مزارع نقية للميكروبات . (المترجم)

كان ما وجدوه محيرا – شظايا من كائنات دقيقة جديدة ، كل منها أغرب من الآخر . ورأوا إشارات تبين أن تنوع الحياة أعظم كثيرا مما تكشف عنه الحيوانات والنباتات . على أن ما أسماه بيس بأنه (البحث) لم ينطلق حقًا إلا فى أوائل تسعينيات القرن العشرين حين انضم إلى مجموعة بيس باحثة جديدة لما بعد الدكتوراه لاجئة من مدرسة لتاريخ الفن ، وهى سوزان بارنز ، وقد أتت إلى يلوستون بحثا عن مواقع جديدة لأخذ عينات . وثار اهتمامها ببركة غامضة لاحظها أولا باحث آخر لما بعد الدكتوراه اسمه جيم براون . كانت هذه البركة مرجلا يتصاعد منه البخار ، مساحتها تسعة فى سبعة وعشرين قدما ، وتقبع مرتفعة عاليا فوق ممرات السير المعتادة ، وماؤها يغلى ويتساقط إلى برك فى أسفل . كانت لم تكتشف بالمرة وليس لها اسم . وأسموها بركة جيم (السوداء) بسبب أروع خصائصها – رملها البركانى الأسود سوادا مطلقا . وكانت تحوى تركيزا عاليا من الحديد والكبريت ، وهذان مطلبان مهمان للأركيات وأليفات الحرارة ، وهكذا بدت هذه البركة كمكان رائع للبحث .

استُخدمت فى تحديد التتابع طريقة أكثر تقدما قد عمل بيس على تجويدها لحد الإتقان ، فأخذت بارنز جزيئات دنا وركزت على جين معين يوجد فيها ، ولكنه يختلف فى تتابعاته فى كل نوع ميكروبى مختلف . وضخمت من كميات الجين ، واستنسلته فى مزارع لبكتريا إ. كولاى ، ثم حددت تتابع دنا فى النسيلات لتعيين الأشكال المختلفة من هذا الجين فى آلاف الكائنات الدقيقة التى أخذت عيناتها . وعثرت بهذه الطريقة على نوعين جديدين من الأركيات يبدو كل منهما كأنه أكثر كائن بدائى اكتشف قط ، وربما يرجع تاريخه وراء إلى ٣,٥ بليون سنة ، وبما يطرح أن الحياة بدأت فى برك ساخنة تماثل كثيرًا برك يلوستون ، وأخذت بارنز تجد المزيد . وعندما انتهت من بحثها كانت قد اكتشفت ثمانية وثلاثين نوعًا جديدًا من الأركيات ، يختلف بعضها عن الآخر أكثر من اختلافنا نحن عن النباتات ، والبيولوجى العادى الذى يدرس النباتات والحيوانات قد يصنع لنفسه مكانة فى تاريخ العلم عندما يكتشف فيها نوعًا جديدًا أو نوعين . أما بارنز فقد اكتشفت ثمانية وثلاثين نوعا فى " بركة صغيرة واحدة " . حاولوا استزراع الكائنات الجديدة فى معمل كارل ستيتر بجامعة رجنسبرج ، وستيتر هو المتخصص الأول فى تزريع الكائنات الدقيقة أليفة الحرارة ، ولكنهم لم يستطيعوا أن ينموا أكثر هذه الأنواع غرابة . احتاجوا وقتذاك لإطلاق اسم على النبع . ولم تكن إدارة

المنتزه لتسمح لهم باستخدام اسم لأحد الأشخاص . لما كان ويز فيه شيء من شاعر ، فقد طرح اسم (بركة الزجاج البركانى) .

ما إن عينت بارنز ذلك التنوع المذهل للأركيات فى البركة ، حتى قرر بيس أنه ينبغى أن يقوم أحدهم ببحث مدى ما قد تكون عليه البكتريا من تنوع . وكان لديه باحث لما بعد الدكتوراه من نيوزلندا اسمه فيل هيوجنهولتز ، قام بأخذ العينات . فأخذ يحفر فى صخور الإستروما (*) ، تلك الصخور اللزجة المغطاة ببكتريا نزية ربما تكون أقدم الأنماط لمجموعة حية فوق الأرض . ووجد أنه توجد بكتريا غير معروفة فى البركة هى حتى أكثر تنوعا من الأركيات . وهكذا فإن بركة الزجاج البركانى تطرح ، بما يناقض الاعتقاد الشائع ، أن الأركيات لا تسيطر كليا على البرك الحرارية . فالبكتريا هنا يفوق عددها الأركيات بنسبة خمسين إلى واحد . واكتشف هيوجنهولتز فى النهاية ثلاث عشرة عائلة جديدة من البكتريا ، بما يزيد عن ضعف العائلات المعروفة للبكتريا ، وكلها فى بركة واحدة ، وتحدثت بارنز للصحفى كارل زيمر من مجلة " ديسكفرى " قائلة . "كنا نجهل أن هناك تنوعا فى كل مكان ، وقد حدث أن كان هذا هو المكان الذى انبثق فيه التنوع لنا " . وكانت هذه مجرد بداية .

تمت اكتشافات مماثلة للأركيات بواسطة باحثين استخدموا طريقة بيس ، وأتسعت بذلك مواطن بيئة الأركيات لتكون أيضًا فى المياه المعتدلة الحرارة والثلجية . وكان ثمة عالمان ، هما جيد فورمان بجامعة كارولينا الجنوبية ، وادوارد ديلونج بمركز الأبحاث المائية لخليج مونترى ، وقد اكتشف كل منهما مستقلا عن الآخر أركيات بأعداد هائلة فى المحيط الهادى ، توجد عند السطح وكذلك أيضًا فى أسفل أعماقه . ويقول ديلونج ، "أصبح هذا البحث يستحوذ علىّ " ، وقد اكتشف ديلونج أن ما يقرب من ١٥ إلى ٢٠ فى المائة من كل الخلايا الميكروبية فى مياه المحيط تتكون من الأركيات . أما فورمان ، فإنه على أساس عينات المحيط التى أخذها ، يقول إنه يبدو أن " هناك احتمالا كبيرًا جدًا لأن تكون هذه هى أكثر الكائنات الحية شيوعًا فوق كوكب الأرض " .

(*) صخور الإستروما كتل صخرية بُنية باخضرار تتكون بترسيب كربونات الكالسيوم بواسطة أكوام كثيفة من البكتريا التى تعيش فى المياه الضحلة الساخنة. (المترجم)

كان ويز قد قرر ، حتى قبل تفجر هذه الاكتشافات الجديدة ، أن يقضى سنة لكتابة مقال يكون فيه تركيب حاسم للمعلومات . كانت هناك اكتشافات جديدة تأتى من ألمانيا وغيرها وتتراكم أحدها فوق الآخر ، ولكن أحدًا لم ينظم ويوضح مغزى دراسة التطور الجزيئى فيها . نُشر مقال ويز فى ١٩٨٧ بمجلة " ميكروبيولوجيكال ريفيوز " (عروض ميكروبيولوجية) ، وكان عنوان المقال " تطور البكتريا " ، وبدا المقال مختلفًا تمامًا عن أى ورقة عرض علمى نمطية ، ويبدأ المقال بجملة تقول : " هناك ثورة تحدث فى البيولوجيا، ولعل أحسن توصيف لها أنها ثورة من داخل ثورة " . وأخذ ويز يسرد تاريخ ما فى العلم من الأنماط الخطأ لشجرة الحياة ، ولاحظ أن أهم شىء أن هذه النماذج الأساسية غير الصحيحة قد أدت إلى " خنق أى إبداع حقيقى ،، . وبعد أن فسر كيف أن الجزيئات هى " أدوات دقيقة لقياس الزمن " ، طرح معادلة لتحديد العلاقة المضبوطة بين الكائنات الحية عن طريق تتابعات جيناتها . وإذا كان المقال قد أدى بالفعل إلى انهيار الأشجار العائلية للأركيات والبكتريا ، فإنه قد ذهب أيضا إلى مدى أبعد من حيث تناول الهدف النهائى للبيولوجيا ، الأمر الذى كاد يصل إلى مستوى روحانى . ويلاحظ ويز أن الفيزياء قد نبذت نظرة مذهبها الميكانيكى القديم إلى السوائل ، تلك النظرة ذات التوجه النسقى ، وبالتالى فإنه يحاج بأن البيولوجيا أيضا يجب أن تنسلخ عن آرائها الاختزالية القديمة حتى تستكشف كيف أن " ما يجرى من عمليات (التطور ، والنماء ، والعقل) إنما يكمن على نحو ما فى الأساس من الجينات ، والخلايا ، والأمخاخ . . . إلخ ، وليس العكس" .

مثّل المقال الكثير مما ظل يعمل له طيلة عقدين ، فربط التنوع الميكروبى والتطور مع آخر الاكتشافات فى العالم كله . ويقول دافيد ستال ، " كان مقالا متكاملا لأعلى درجة . وبطريقة لم يكن معظم الميكروبيولوجيين يفكرون بها حتى ذلك الوقت" . قد يكتب أفراد آخرون أوراق بحث أو يتكيفون مع الريح السائدة ؛ أما ويز فإنه يفكر ويكتب . ونجح المقال . واستُشهد به ثلاثمائة مرة فى مجلات أخرى عبر السنوات الثلاث التالية . وهكذا أصبح مقال ويز واحدا من أكثر ما استشهد به من الأوراق العلمية فى ذلك العقد . وسرعان ما أصبحت شجرة ويز تعلق تقريبا فى كل معمل للميكروبيولوجيا فى القطر .

كان أحد من أذهلهم المقال عالم كمبيوتر فى معمل أرجون القومى قرب شيكاغو ، وهو روس أوفر بيك . ويقول أوفربيك متذكرا ، " كان واضحا أنه يحاول شيئا له أهمية

هـائلة . وعرضت المقال على شريكى ... فعاد إلى قائلا ، " يوجد فى الصفحة الواحدة من هذا المقال قدر من العلم يزيد عما ستفعله أنت أو أنا فى كل حياتنا " ، كان ويز قد أبدى رغبته فى الاتصال بمجموعة من الحاسوبيين البارعين . وسرعان ما أعاره أوفربيك بعضا من أحسن أجهزة الكمبيوتر فى العالم ، ليستخدم قدراتها فى سعيه وراء (السلف العام) .

مع وفود عصر الجينوميات ، ظهرت الحاجة إلى قدرة حاسوبية أكبر كثيرا للمقارنة بين جينومات بأكملها بدلاً من مقارنه مجرد شظايا جينات . وتوقع ويز أن سيحدث ضغط هائل على أبحاث أصل الحياة ، وطرح فى ١٩٨٨ على المعاهد القومية الصحية مشروعا لتحديد تتابعات الميكروبات على نطاق واسع . ورُفض الاقتراح . فالمعاهد القومية الصحية تريد أن تركز مواردها على الجينوم البشرى . ومما يثير السخرية أنه كان يجلس بين أعضاء هيئة مراجعة المقترحات كريج فنتر الباحث الكبير بالمعاهد القومية الصحية .

كان الأمر محبطا ، وقد قال ويز فى وقت لاحق . " الجينوم البشرى مجرد تطبيق ؛ إنه قطرة فى الدلو ، أما نحن فكنا على وشك الوصول إلى نموذج أساسى يغير كل البيولوجيا . إن الكائنات الدقيقة هى أساس المحيط الحيوى . وهى المصادر التطورية لخلايانا . وفهم جينومات العالم الميكروبى أمر أساسى حتى نفهم كيف وصلت الحياة لأن تكون فوق كوكبنا " ، وهو يقول فيما يتعلق بالخلاف الإيكولوجى . " علينا أن نفهم كيف يعمل المحيط الحيوى على المستوى الميكروبى ، إن كنا نود أن نتمكن من التغلب على معاناة الإنسان منه " .

- ٦ -

بحلول تسعينيات القرن العشرين كانت وزارة الطاقة الأمريكية على استعداد لتمويل عمليات تحديد تتابعات الجينومات الميكروبية ، فأليفات درجات الحرارة القصوى لديها طاقة هائلة وفيها إمكانات للصناعة . ومن الممكن استخدام زيوت الميكروبات فى الآلات العالية الحرارة . وحقيقة أنها تعيش على الكبريت والحديد والبترول ، بل وتستطيع

حتى امتصاص الإشعاع، تجعل منها حلولا بيوتكنولوجية مثالية لمشكلة التخلص من الفضلات السامة . وأخذت الشركات التنفيذية للاستثمار مثل (نيو إنجلند بيولابز) تبيع مواد صرف أركية أو أنزيمات بلمرة للصرف العميق، مما يستخدم فى تحديد تتابعات دنا وفى إنزيمات الصناعة ، وذلك كأدوات مساعدة فى المنظفات التى تزيل المواد الملوثة مثل الكلورين والبرومين . وطرحت أليفات الحرارة الفائقة بمقاومتها للحرارة إمكان إيجاد تكنولوجيات حرارية جديدة ، حتى فى أبحاث السرطان .

أما فى يلوستون نفسها ، فإن التنقيب البيولوجى عن أليفات الحرارة القصوى كان قضية خلافية بالنسبة لإدارة المنتزه القومى . ولم يكن هناك ما هو جديد فى هذه القضية . فى ستينيات القرن العشرين اكتشف توماس بروك من جامعة ويسكونسن أول ميكروب من بركة جيو حرارية وأسماه " ثيرمو " أكواريتوس " أو تاك اختصاراً . وبحلول الثمانينيات كانت شركة سيتوس تستخدم أنزيما من تاك لتعجيل تضاعف دنا بواسطة تفاعل البوليميريز المتسلسل . وبحلول التسعينيات كان ينتج عن إنزيم تاك ١٠٠ مليون دولار فى السنة لشركة هوفمان لاروش ، ولكن لم يُدفع ليلوستون أى مبلغ كعائد لحق ملكية الأصل . وكانت الإمكانيات المالية بالنسبة لما يكتشف من كائنات دقيقة جديدة إمكانات مذهلة .

اهتمت وزارة الطاقة أيضا بحقيقة أن هذه الميكروبات تنتج الميثان بالطن ، الأمر الذى يطرح إمكانا لا يصدق لمصدر جديد للطاقة ، نظيف وقابل للتجديد بالكامل. بحلول ١٩٩٣ كانت وزارة الطاقة تقيم مشروعا خاصا للجينوم الميكروبى له منح ، وذلك لرسم خريطة جينومات هذه المخلوقات ذات الأرباح المحتملة – ويكاد هذا يماثل بالضبط الاقتراح الذى طرحه ويز بما يسبق ذلك بخمسة أعوام . رتب فرانك روب من جامعة ماريلاند لاجتماع فى ١٩٩٤ ، وذلك فى (تيجر) منشأة كريج فنتر الرائدة العالمية فى الجينوميات ، وذلك مع ويز ، وبيس ، وأوفربيك ، وفورد دوليتل ، وجارى أولسن ، وآخرين ، حتى يقنعوا فنتر بالانضمام للعمل بمنحة لوزارة الطاقة لتحديد تتابع جينوم أحد الكائنات الأركية : وكان فنتر بالطبع يهتم أساسا بالجينوم البشرى . ولم يكن هناك ما يثير لديه أى اهتمام بفكرة استخدام كمبيوتراته التى يتفاخر بها من أجل فهم جراثيم غامضة .

كان هذا لقاء صعبا بين شخصيات حساسة تعتد بذاتها ، وتحترم إحداها الأخرى ولكن مع شيء من الحذر . ظل ويز طوال السنين يرقب الملايين وهى تُضخ فى مشروع الجينوم البشرى ، بينما تحديد تتابعات الميكروبات الذى نحتاجه بدرجة أكبر كثيرًا لا يتلقى إلا القليل جدا من الدعم المالى . إنه يود أن يسعى وراء العلم الخالص ، شاعرًا بأن "ما نفعله أمر أساسى إلى حد بالغ ، حتى إن من المحتم أنه سيكون له تأثيره فى العديد من المجالات التطبيقية " ، وذلك كما يقول أوفربيك متذكرًا . وطرح ويز كائنات دقيقة متنوعة ليتم تحديد تتابعاتها بالاشتراك بين (تيجر) و (إيريانا) . إلا أن فنتر كان صاحب المنشأة الأكبر كثيرا ، مما يجعل أوراق اللعب فى يده . ويتذكر هاملتون سميث قائلا : " لم يكن كريج بالذى يسمح بأن تفلت هذه البيانات من براثن معمله " .

بعد أن عرض ويز ما لديه ، اتجهت المجموعة للخارج للغذاء فى مطعم صينى، حيث استرخوا وهم يشربون البيرة . وهناك دعا فنتر ويز إلى العمل فى اللجنة العلمية الاستشارية (لتيجر) ووافق على المساهمة فى المشروع . ويتذكر روب أنهم وهم يركبون السيارات للعودة إلى المطار ، كان ويز جالسًا فى الخلف وقال ، " حسن ، ها قد فعلها هذا الفريق المتنافر " .

سيطر فنتر فى النهاية على أمور الإنفاق على المشروع ، ولكنه كوّن مشروعا مشتركا مع ويز لتحديد تتابع " ميثانوكوكا " جانا شياى " ، وهذا ميكروب منتج للميثان عزله فى ١٩٨١ جون لى ، وهو طالب بحث فى معمل رالف ولف ، وقد عزله من راسب استخلص بواسطة " ألفين " من قاعدة " المدخن الأبيض " التى تقبع تحت سطح المحيط الهادى بما يقرب من ثلاثة كيلومترات . وقد أُطلق هذا الاسم على الميكروب تخليدا لهوجلر جاناش ، الباحث الرائد فى الحياة الميكروبية بأعماق البحار . سيكون جينومه ثالث جينوم كامل يتم قط تحديد تتابعه . ويقول أوفربيك ، " عندما يكون المرء جزءا من هذا البحث ، فإن هذا فحسب مثير إثارة هائلة " .

كان ما وجدوه فى ١٩٩٦ بشأن م. جاناشياى أمرًا رائعًا . فهو يعيش فى مياه درجة حرارتها بين ٤٨ إلى ٩٤ درجة سلسيوس (١١٨ إلى ٢٠١ درجة فهرنهايت) ، وتحت ضغط يكافئ ٢٠٠ ضغط جوى ، وهذا يكفى لتسطيح الحديد . ويعيش الميكروب على ثانى أكسيد الكربون ، والنيتروجين، والهيدروجين . أما الأوكسجين فيقتله . ويهتف

فنتر، " إنه يشبه شيئا يطلع من رواية خيال علمي . لو حدث منذ زمن غير طويل أن أخبرنا الناس عن وجود كائن كهذا على الأرض لما صدقنا أحد " . عندما نظر فريق فى (تيجر) ترأسه كلير فريزر فى أمر جينات الميكروب وجدوا أن ٥٦ فى المائة من الجينات غير معروفة بالمرة علميا، وذلك بالخلاف مع أى جينات عثر عليها فى أى مخلوق آخر فى أى فرع من شجرة الحياة . ويقول دوجلاس ، سميث عالم البيولوجيا الجزيئية ، فى جامعة كاليفورنيا فى سان دييجو ، " يبين هذا مدى قلة ما نعرفه عن الحياة " . بل إن بعض الباحثين حاولوا الربط بينه وبين الحفريات المزعومة فوق النيزك المريخى التى ظهر تقرير عنها قبلها بأسبوع .

أذهلت غرابة م . جاناشياى كل الأفراد ، إلا أنه كان هناك كائنات دقيقة أخرى تشبهه فى الغرابة تظهر عبر العالم كله – فى أيسلندا ، وفى إيطاليا ، وفى قاع المحيطات ، وفى أسفل صخر الأديم على عمق أميال عديدة تحت سطح الأرض . وهكذا فإن الحياة كما كنا نعرفها ، حياة التنفس بالأوكسجين ، أو حياة التمثيل الضوئى ، هى فيما يرجع إلى حد كبير لا تشكل إلا نسبة مئوية صغيرة من الحياة على الأرض أصغر مما كان يقدر . وفجأة بدا أن نطاق الحياة كما لاحظه البشر لآلاف السنين هو نطاق منقوص إلى حد يرثى له ، ومع كل دراساتنا للمناخ والتلوث والإيكولوجيا لكننا لا نستطيع أن نعرف إلا القليل عن مستقبل الكوكب ، إلا إذا أمكننا أن نميط اللثام عن أساسه ، أى عن الميكروبات ، والميكروبات ما زالت تحمل مفاجأة أخرى ، لعلها أكبر المفاجآت .

- ٧ -

فى ١٩٩٨ كانت كلير فريز فى (تيجر) تحدد تتابع ميكروبين جديدين يثيران الحيرة من أليفات درجات الحرارة القصوى – داينو كوكاس راديو "ديورانس" و "ثرما توجا ماريتيما" . ود . راديو ديوراس ميكروب رائع لأنه يمتص الإشعاع ، ومن الممكن أنه ظل يعيش دهورا فى الفضاء على سطح أحد المذنبات قبل أن يقد هاويا إلى الأرض . أما ثرماتوجا فخلية بكتيريا لها شكل قضيب ، اكتُشفت فى وحل فائق الحرارة فى بركان بإيطاليا فى ١٩٨٦، وقد وفرت مفتاحا فيه إشارة لما سيأتى بعدها فى أول بليون سنة

من الحياة على الأرض . ويقول كريج فنتر ، " لقد تم اختيارها لأنها قريبة من قاعدة الشجرة الويزية " .

عندما انتهى باحثو (تيجر) من بحثهم على " ثرماتوجا " وجدوا شيئًا محيرًا جدًا . وكما تقول فريزر ، " إن ربع الجينات يشبه أقصى الشبه الأركيات " . وأثناء إكمال تتابعات الجينومات الجديدة للميكروبات أخذ الشجرة الويزية تعانى من المشاكل . وأجرت كارين نيلسون باحثة تيجر محاكيات بالكمبيوتر لمقارنة تتابعات البكتريا البدائية مع الأركيات ، وبيّن ذلك أنه يمكن أن يوجد أى عدد من الأشجار العائلية التى يمكن أن تفسر الاختلافات بين الجينات ، ومع وجود تكرار لتتابعات جينية ضخمة فإن هذا طرح بقوة أنه كان ثمة تبادل لقطع ضخمة من الجينات يجرى بحرية بين الكائنات الدقيقة فوق كوكب الأرض وهو فى مرحله مبكرة ، ويجعل هذا من البحث عن (السلف العام) أمرا أكثر صعوبة بكثير .

لم تكن فكرة تبادل الجينات أو انتقالها جانبيا بالفكرة الجديدة . وقد وصفها ويز بما يرجع وراء إلى أول ورقة بحث له عن الأركيات فى ١٩٧٧، وأسماها " بالتطور المتشابك " وقد أقلقه أنها يمكن أن تؤدى إلى " تعقد لايمكن التعامل معه " فيما يتعلق ببناء خطوط النسل . وأحس بأن تبادل الجينات كان ينتشر بلا كابح بين الكائنات الدقيقة المبكرة ، بحيث لا يستطيع المرء حتى أن يفكر فيها باعتبارها أفرادًا فى عائلات متميزة . فهى أكثر شبها بمجموعة اتحادية حيث يبتلع الكائن الجينات المجاورة إن كانت ستفيده فى ضمان بقائه حيا . وطرح ويز فى يونيو ١٩٩٨ ، فى مجلة " بروسيدنجز " أوف ذا ناشيونال أكاديمى أوف ساينس " أن ميراث الميكروبات الأقدم ينبغى ألا يرتّب فى شجرة تراتبية ، وإنما فى أغصان تتفرع كالأشعة من سلف عام مشترك . وذهب البعض إلى مدى أبعد فزعموا أن كل البكتريا المبكرة لكوكبنا قد أتت من " كائن أعلى شامل " وحيد وعملاق . ومع تزايد تعقد الجينات ، ونشأة الأنواع المنفصلة ، فإن من المرجح أن تبادل الجينات أصبح يحدث على نحو أقل كثيرًا . وبالتالى ، فقد صمدت الشجرة باقية ، واستمر البحث .

هيا نفكر فى أمر الأرض منذ أربعة بلايين عام ، كوكب وليد . ما من أحد يعرف ماذا كانت عليه . لعلها كانت كرة صخرية فائقة الحرارة ، تشقها البراكين وتصدمها المذنبات

والكويكبات ، وربما كان لها جو أصفر – مخضر به غازات بمستوى ما يوجد فى صوبة النباتات من ثانى أكسيد الكربون ، والكبريت ، والهيدروجين . ومحيطاتها مليئة بالحديد والمعدنيات وتضرب فيها عواصف رعدية كهربية ، ويمكن أن تبلغ من السخونة ما يجعلها تغلى فى الواقع ، وترسل عاليا سحبا ضخمة من البخار . سيكون أكثر الأماكن أمنا فى هذه الرؤية للأرض القديمة هى عند الفتحات الساخنة فى أسفل البحر ، وعميقا بين الصخور ، ومن المرجح أن لم يكن هناك خلايا ولا جدران خلايا ، وإنما هناك فقط حساء من الجزيئات الملاصقة للصخر أو الرمل . إلا أنه حدث على نحو ما ، فى بعض وقت قريب جدا من بداية الكوكب ، أن أخذت الجزيئات العضوية تتزايد وتتزايد تعقدا ، لتشكل فى النهاية جزيئات تعيد نسخ ذاتها ، وتطفر ، لا أحد يعرف إن كانت هذه قد انبثقت تلقائيا ، فى فعل فذ يقرب من " المعجزة " . حسب ما يقول فورد دوليتل ، أو أنها ظهرت من مادة عضوية أتت للأرض من الفضاء الخارجى . وفيما يتعلق بذلك ، فإن الحياة يمكن أن تكون قد ظهرت أصلا فى الثلج ، حيث تنمو فيه أيضا الأركيات .

على أن الحياة بدأت مبكرا فى تاريخ كوكبنا ، وتقدمت سريعًا . ويقول بيس لصحيفة " نيويورك تايمز " : " ضع فحسب مطرقة انتخابية فى الأمر ، وستجرى الأمور سريعا ، وتكون هذه السرعة على نحو يبعث الصدمة ، ربما لمدة عشرات الملايين من السنين فحسب " . ومنذ ثلاثة بلايين عام كان ما يتكاثر هو الخلايا البسيطة – البكتريا والأركيات – ومن غير نوى ، مجرد مادة وراثية ومصانع بروتينات تدعى ريبوسومات . وكانت تعيش على الهيدروجين والكبريت والحديد . وبكلمات أنطونيو لوتزانو فإن "الحياة المبكرة " بما كان يجرى فيها من عمليات اقتراض ، وتبادل حر " لم تكن تتصف بالطهارة " ، ومع ذلك فقد أنتجت الأوكسجين الذى نتنفسه الآن ، والبيئة التى نكافح الآن بكل جهد لإنقاذها .

عندما يخطو الواحد منا للخارج أو يفتح ثلاجته أو يلتقط حفنة من التربة ، فإنه بذلك ينظر إلى بلايين من الكائنات الدقيقة غير المعروفة ، معظمها لم نعينه قط . وسيكون لبعضها خصائص بيوكيميائية وحفزية لايكاد يمكن لنا تصورها . وبعضها يمكنه أن يعيش على عمق أميال تحت سطح الأرض ، وبعضها فى الثلج ، وبعضها فى ماء يغلى .

ومع ذلك فإنها تحوى داخل جيناتها تاريخ الحياة ، تاريخ حياتنا نحن . ولو حدث أنها انقرضت . فإن هذا سيحدث لنا أيضًا . أما لو حدث أن انقرضنا نحن فإنها ستستمر وتستمر باقية ، والحقيقة أننا متطفلون على عالمها .

اليوم يكاد كل مرجع للميكروبيولوجيا أن يحوى شجرة ويز للحياة بأجزائها الثلاثة ، وإن كانت المراجع العامة للبيولوجيا فى المدارس الثانوية ما زالت تحاول ملاحقة ذلك بالكاد ، وتكتب مجلة " ساينس " فى تقرير لها أن الشجرة الويزية " مألوفة فى بعض المعامل وفصول الدراسة بقدر ما أصبح اللولب المزدوج مألوفا . ومن النادر أن يحدث أن علما واحدا يغير من وجهة نظر العالم تغييرا كاملا هكذا . كان هدف التاريخ الطبيعى قبل داروين هو الكشف عن مبدأ التراتب المقدس . أما ما دفع كارل ويز لاكتشاف الأركيات فهو سعيه لتصنيف الميكروبات حتى يجيب عن أسئلة أساسية تدور حول تطور الحياة . وهو يقول ، " قد تعلمت الداروينية تعليما ذاتيا ، ولكن المفهوم هنا يتجاوز داروين " .

ما هى خصائص إبداعه ؟ لقد كان مدفوعا بدافع قهرى ، متنقلا بين الصورة الصغيرة والصورة الكبيرة ، وكان واعيا لآخر الاكتشافات ، ولكنه كما لاحظ جورج فوكس " كان يتعمد تجنب قراءة المجلات العلمية . فهو يحس أنها تخنق إبداعه " ، ولم يكن مدققا فى نقده لذاته أو للآخرين ؛ والفكرة الجيدة والفكرة المجنونة تكونان عنده فى بداية الأمر مما لا يمكن تمييزه . وهو يستمع للآخرين ، وهو ينظر إلى العلم كسعى مقدس ، ويكبر من قيمة التفكير الخالص ، وقد قال ويز ذات مرة ، " يجب أن يكون عند المرء حساسيته هو الخاصة بالنسبة للعالم ، وستكون هناك أجزاء فيه لها جمالها بالنسبة له بصرف النظر عن أى مما قد يعتقده أى واحد آخر . إن المرء يرى هذا موجودا طول الوقت عند الفنانين . وهو يراه أيضًا فى العلماء البارعين " .

كانت هناك أيضًا مصاعب . علق الكثيرون على ما لديه من جنون الاضطهاد ، وقلقه حول ما يقوله الآخرون عنه ، وإحساسه بأنه لم يحصل قط على ما يستحقه على الرغم من كل ما أضفى عليه من تكريم كثير هائل . إلا أنه كان يتوافق تماما مع زمنه .وهو عندما أبقى على استقلاله وتمسكه بالمبادئ الأولى ، قد فتَّح طريقا جديدا للرؤية . ويقول جارى أولسن ، " كانت لديه الهبة لأن يدرك ما يكونه شيئًا ما عندما يراه " . ثم أتى تكنيك نورمان بيس للكشف عن حياة لا تصدق تختفى داخل أوضاع عادية للغاية

، بما يشبه العثور على كهوف خفية داخل كهوف معروفة . ثم أتت الجينوميات لنقارن بها العدد الهائل من الجينات الجديدة والكائنات الدقيقة التى اكتشفت . وتوافق ويز مع زمنه بأن فكر تفكيرا يختلف عن أى من معظم العلماء الآخرين ، إلا أنه استخدم أدوات يستخدمها كل واحد آخر ، ويقول ميتشيل سوجين " ليس الأمر مبالغة فى نزعة دنيوية ، وإنما الأمر فحسب أن كارل أحذق من أى فرد آخر " .

مع العثور على مملكة جديدة بأكملها لحياة لم تُعرف من قبل ، فإن الثورة الأركية ينبغى أن تُحدث تحولا فى دراسة المنظومات الإيكولوجية ، والطاقة ، والوراثيات ، وتاريخ كوكب الأرض ، والحياة نفسها ، بما يطرح فهما جديدا للزمان والمكان البيولوجيين . ويعلق ويز قائلاً ، " على أن المهم حقًا ليس ما يجرى حاليًا . وإنما المهم هو ما سوف يحدث " .

ختـــــام

العلم الحميم ، أسئلة كبيرة

نحن نعيش عصر علم يتسم بعلاقات حميمة . تود سوزان جرينفيلد لو فتحت مطعمًا في الغرف الخشبية ذات الصرير بالمعهد الملكي . يتيح لنا الإنترنت أن نعرف أحدث ما في أحد المجالات العلمية ونحن في غرف نومنا ، بل وأن نعرف حتى ما يدور داخليا من القيل والقال ، وأن نعرف في بعض الحالات البيانات الخام للمشروعات الدولية . ويستطيع الواحد منا أن يشغّل تليسكوب هابل الفضائي وهو في مكتبه . وربما سنتمكن سريعًا من شراء جهاز تحليل شخصي لحامض دنا . تصور أن يحصل الواحد منا على بضعة أجهزة لتحديد تتابعات دنا . سيكون في وسع المرء أن يفكر في أمر العديد من التجارب الممتازة التي يحتمل الحصول على أرباح منها ، وذلك بالبحث عن الجينات المرتبطة بتأثير فعال بدنيا أو ذهنيا ، وبتوليف الكمبيوترات الشخصية مع شبكة ويب ، يستطيع المرء إنشاء شركة والدخول في مساهمات دولية . سيكون كل يوم مختلفا ، وسيجد المرء في كل يوم تحديا له في أن يجرب أفكارًا جديدة .

إلا أن هذه القصص تحجب أيضا بعض أشياء وراءها . فالعمل هنا شاق ، مثبط ، معقد ، ويكاد يكون مستحيلاً ، فمن الصعب إلى حد مذهل أن يكتشف المرء نجما تبلغ مسافة بعده أربعين سنة ضوئية ، ويتذبذب بسرعة تماثل السرعة التي قد يجتاز المرء بها منتزه جرانت بالدراجة ، ولعل الأمر فيه متعة ، كما يقول سول بيرلموتر عن سوبرنوفاته ، ولكن لا ريب أن هناك طرائق أسهل لكسب العيش . يظل طلبة الأبحاث يحسون بالقلق بشأن أحوالهم المالية ، وهم يحتسون شرابهم في حانة أوكسفورد كنجز آرمز . كيف حدث لهؤلاء العلماء بمختلف مستوياتهم أن يبدوا جد ناجحين هكذا ؟ وماذا عن إبداعهم ؟ ما هي خصائص هذا العلم الجديد التركيبي ، الذي يسأل أسئلة كبيرة ؟

حتى نصل إلى مفاتيح ممارسة العلم الجسور ، فلنبحث أولا عن المشرفين . داوم سول بيرلموتر على الحفلات التى تقام فى منزل لويز ألفاريز ، ليلتقط منها شعور الباحث بالانفعال والثقة الخالصين فلا ينتابه الخوف من الانتقال بين المجالات العلمية ، ويذكر رأيه علنا ، بل ويبدو حتى وكأنه أحمق . وعلى نقيض ذلك ، فإن كريج فنتر رأى فى معمل ناثان كابلان المثل لما يجب ألا يفعله ، حتى وهو يقرأ بتوق شديد قصة جيمس واطسن . أما جيف مارسى فقد حظى بدعم حاسم هادئ من عملاق علم الفلك آلان سانديج . وعملت جريتشين دايلى مع بول إرليخ ، لتتعلم كيف تروج أفكارها بين الجمهور بينما تتابع مسار زملائها فى المجالات الأخرى ، وتسعى وراء المال ، وتحرص على الرد دائما على مهاتفات الصحفيين . أما جين ميلانبى عالمة علم النفس التجريبى فقد أخبرت سوزان جرينفيلد أنه لمما يثير العجب أن تكون عالمة فى علم الأعصاب . هيا حاولى ذلك . لا تخشى شيئا .

والإشراف له فعاليته من ناحيتين . فمن الأمور الحاسمة أيضا أن يكون الباحث مدرسا جيدا لأولئك الذين يتبعونه . هناك باحثون كثيرون يقومون بالتدريس ليدفعوا نفقات أبحاثهم ، ولكن الإشراف فى شكل التشارك المفتوح مع الطلبة لهو أيضًا أمر حاسم . دعنا نتصور بحث مارسى على الكواكب من غير الطالب القديم بول بتلر ، أو نتصور أن مارسى و بتلر لم يردا على البريد الألكترونى الذى جاءهما من طالب إنجليزى حديث . لعلهما كانا سيواصلان تضييع زمن ثمين لاستخدام التليسكوب وهما يبحثان أمر منظومات لنجوم لا فائدة منها . كتبت سوزان جرينفيلد فى عمودها الصحفى ، " قد أوضح لى عملى فى التدريس كيف أفكر فى المشاكل على نحو أفضل " ، وعمودها هذا نفسه كان ساحة للتدريس . واحتفظ كريج فنتر بعلاقة صداقة للعمر كله مع بروس كاميرون مدرس التعبير فى كليته ، بل وأعطاه وظيفة . وفنتر مستعد أيضًا لأن يضم إليه أى شخص يعرف عن أحد المواضيع أكثر مما يعرفه هو . وقد ظل يسلخ نورمان بيس بأسئلة دقيقة فى مؤتمر بأستراليا عن آخر الاكتشافات عن التنوع فى الميكروبيولوجيا . أما كارك بنيباكر فقد ترك البحث تماما ليوسس برنامج " ملامسة الكون " لطلبة المدارس الابتدائية والإعدادية والثانوية . ذهب ابنى إلى المدرسة فى منتصف الليل فى الربيع الماضى ، وهو فى الحادية عشرة من عمره ، حتى يستطيع أن يستخدم الكمبيوتر فى

تشغيل تليسكوب مونت ويلسون فى برنامج بنيباكر ، وكان هذا التليسكوب يعد ذات يوم شيئا مروعا . وقد كتب أينشتين ذات مرة أن النظرية العلمية أو الاكتشاف التجريبى هما شكل من التعليم .

المشرفون لهم دور حاسم ، لأن معظم هؤلاء الأفراد عندما يحاولون اتباع ما لديهم منذ الطفولة من دافع داخلى يدفع بهم تجاه الأسئلة الكبيرة ، فإنهم يجابهون بجدار أصم . قيل لفنتر ذات يوم ، " لا توجد فى البيولوجيا أسئلة جديدة " . وكان يحس بإذلال بالغ من طريقة تعليمه فى المدرسة الثانوية بالحفظ عن ظهر قلب ، حتى إنه أذعن لها بعقله زمنا ، وأحس مارسى فى مونت ويلسون بشعور بالغ من عدم الأمان حتى أنه ذهب إلى طبيب نفسى ليعالج اكتئابه . أما دايلى فكانت قلقة بشأن ما قد يظنه الباحثون التقليديون عنها ، وكانت بولى ماتزينجر هى وكارل ويز لوقت ما مثار السخرية فى مجالهما العلميين ، ويسود فى كليات الدراسات العليا رد فعل عام هو إحساس بكره الذات ينغرس داخليا من خلال برامج دراسة الدكتوراه فى مواضيع تبدأ من بايرون حتى البيولوجيا .

من الأمور الحاسمة إذن أن يكون للمرء مشرف ، ولكن هذا وحده لا يمكن أن يفسر الطرائق التى دفع بها هؤلاء الأفراد بمجالاتهم العلمية قدما . الأمر الحاسم التالى للمشرفين ، هو الحصول على موقع يتيح للباحث حرية التفكير . وهؤلاء الأفراد بصفة عامة لم يتبعوا السبل التقليدية الموجودة فى المعامل الضخمة . فهم قد عملوا خارج نطاق الشبكات الرئيسية لمجالاتهم . ظل جيف مارسى فى جزء كبير من حياته العلمية وهو يعطى الدروس طوال أربعين ساعة فى الأسبوع . ولم يكن لديه من يقوم بأعمال السكرتارية فى مكتبه بذلك المبنى الكابى بجامعة ولاية سان فرنسيسكو ، فكان يضطر كثيرا إلى قطع حواراتنا ليتلقى مهاتفات من غرباء رأوا اسمه على شبكة ويب أو فى برامج سى إن إن . وكان عندها يقول . " آسف ، د . مارسى ليس موجودا " . إلا أن هذه الوظيفة أتاحت لمارسى حرية ذهنية خاصة لأنه لم يكن هناك من يزعجه بشأن أبحاثه . وعلى نقيض ذلك ، كان بيرلموتر وماتزينجر يتجنبان التدريس إلى حد كبير ، ويعيشان على منح وزمالات من خلال معامل حكومية غير تقليدية ، ساعدتهما ، على الأقل لفترة ما ، على ضمان توفير ما يحتاجانه من تمويل وأجهزة . ومع ذلك فإن ماتزينجر أصبحت

محاضرة يسعى لها دوليا بكثرة وتجذب المواهب من كل أنحاء العالم إلى المعاهد القومية للصحة . أما فنتر فقد أسس شركته الخاصة به ليتابع فيها بحث أفكاره ، وفعلت جرينفيلد مثل ذلك . فى حين التحق كارل ويز وجريتشين دايلى كل منهما بقسم خاص عند لحظة فريدة من تاريخهما . وانضمت دايلى إلى وجبات العشاء فى ستانفورد فى منزل آل إرليخ على سفح الجبل لترتبط بمجموعة تتبنى الفكر المستقل .

حتى يكون هؤلاء المفكرين مستقلين ، كان عليهم أن يتغلبوا على الخوف من أن يبدوا حمقى . ذلك أنه فى اللحظة التى يحس فيها المرء بأنه فى أقصى حالات الحساسية ، وقد بلله العرق وتجاوز كل شعور بالراحة ، فى هذه اللحظة تقع له الأفكار . ولاريب أن المرء قد يكبو على وجهه ، بل والحقيقة أنه سيحدث له هذا كثيرًا . ولكن هذا النوع من البساطة ، أى تقبل الأخطاء كما يفعل الطفل ، لهو علامة على أن المرء يبذل أقصى جهده . وحتى نفعل ذلك ، يجب أيضا بالطبع أن نصمد للنقد . دخلت سوزان جرينفيلد لأول مرة إلى مبنى قسم الفارموكولوجيا فى أوكسفورد ، وقلبها يخفق : وخرج جيف مارسى من مقصورة الدش وقد ناء بحمله ، ولكنه قرر أن يدرس الكواكب . عندما يسأل المرء أسئلة أساسية كبيرة فإن هذا يعنى فى التو أنه سوف يبدو أخرق ، وأنه يعود ثانية إلى نقطة البداية .

من الواضح أن هؤلاء الباحثين درسوا أكبر الأسئلة ، تلك التى يبدو أنها إلى حد ما مرة المذاق بعرضها وعمقها . ما هى الحياة ؟ مما تُصنع ؟ من أين تأتى المناعة ؟ ما هى قيمة كل العمليات الطبيعية فى منظومة إيكولوجية معينة ؟ حتى يدرس المرء مسائل كهذه ، يجب أن يولف رؤية شاملة كاسحة مع الاستحواذ على خواص المجال . إن الذكاء توليفة ، حيث يُربط بين ثلاثة أنواع من التفكير – رؤية واسعة لأحد الحالمين تتبع منهجا بينيا للعلوم ، الملامسة ، ما لدى منفّذ التجربة من خواص حاذقة وهو يعمل على طاولة المعمل ، ثم حكمة تماثل حكمة الشوارع عند المحتالين . سيحتاج المرء إلى القدرة على الرؤية الواسعة ، ولكنه يحتاج أيضًا إلى أن يوازنها بأن يتحرك من الخاص إلى المجرد ليعود ثانية وذلك باستخدام " تعبيرين أو حدثين من الفكر " ، حسب تعليق بيتر ميدوار ، " ما هو تخيلى وما هو نقدى ، وهما فى تبادل وتفاعل " .

أمـا عـلـى المسـتوى الـتـخـيـلـى فـقـد كـان كـريـج فـنـتـر وسـول بيرلموتـر يشتركـان فـى الافتتان بعلم الأعصاب وفيزولوجيا التفكير فى زمن يسبق كثيرا انتقال الأول إلى الجينوميات والثانى إلى علم الفلك . وكانت سوزان جرينفيلد تهوى التراجيديا والأسطورة الإغريقيتين ، والتمست فى علم الأعصاب تفسيرا لحقائق وجود الإنسان . وأراد مارسى أن يسعى للحصول على الكواكب وكأسها المقدس فى علم الفلك ، ومع أن جريتشين دايلى التى نشأت فى أوروبا ، قد تأهلت فى البيولوجيا إلا أنها انغمست فى الاقتصاد ، وسعت وراء أكبر كل الأسئلة – ما إذا كنا كنوع سنبقى أحياء . وهذه هى الحكمة بالمعنى الثقافى ، وإن كان ذلك فى أكثره يتأتى عن طريق اللاوعى الإبداعى كما عند فنان يلتمس تفسير السبب فى أن الكون هو ما هو عليه .

ويجب على المرء أيضا أن يتقبل أن تتسخ يداه بالعمل . وعلى الرغم من ضعف مهارات جرينفيلد التجريبية فى أول الأمر فإنها تعلمت أن تحسنها . وهكذا حذت حذو والدها الكهربائى ، فأمكنها أن تقبع جالسة لتنشئ الجهاز الكاشف للذبذبات oscilloscope وتبين تراكم الأيونات فى خلية واحدة من خلايا مخ الجرذ . ومن هنا أجرت تجاربها المبكرة الرائعة التى وضحت الدور الأساسى لاستراز الأستيل كولين فى المخ ، وكان بيرلموتر وينيباكر يجران بمشقة معداتهما فى أرجاء تلال بيركلى ، واستحوذا على أجهزة " كشم " الجديدة بمجرد خروجها من المصنع ، وبنيا تليسكوبا ابتداء من الصفر . أما ستيف فوجت شريك مارسى فقد بنى أفضل راسم طيف فى العالم ، وجمّع مارسى معا بأسلوب بدائى أنبوبته اليودية فى ورشة الماكينات فى تومسون هول بجامعة ولاية سان فرنسيسكو – وتُعرض الآن هذه الأنبوبة فى المجموعة السميثسونية . وعلى الرغم من كل ما وُجه من اتهامات إلى بولى ماتزينجر بأنها تجيد الكلام لاغير ، فإن قد أثبتت عمليا المرة بعد الأخرى أنها تستطيع أن تتصور وتنفذ " تجارب هى حقًا مهمة ومستقبلية " ، كما يذكر رون شوارتز رئيس القسم فى المعاهد القومية للصحة ، وقد فعلت ذلك فى أوراق بحث نُشرت فى مجلتى " ساينس " و " نيتشر " . وعندما حان الأوان لاختبار نظريتها ، استخدمت مهاراتها كمدربة لكلاب رعى الغنم لإجراء اختباراتها التى كانت بالطبع على الغنم .

وثالث أنواع الذكاء المطلوبة هى ذكاء الحاذقين فى الشوارع . ومما يلحظ أنه ما من أحد من هؤلاء المفكرين ، ربما فيما عدا ويز ، يبدو فيه أى شبه بذلك النوع الغامض القديم من العباقرة الأفذاذ . وفيما يبدو فإننا لا نعيش فى عصر عباقرة من هذا النوع . فنحن نعيش فى عصر من صانعى تراكيب يتبادلون التفاعل والاتصالات فيما بينهم .

كثيرا ما كان يحدث عندما أتصل بجريتشين دايلى أو سول بيرلموتر أن أجدهما عند آخر موعد محدد لكتابة اقتراح بمنْحة . وكان فنتر رائدا فى تنفيذ الارتباطات التجارية مع العلم ووصل بعدها فى ذلك الأمر إلى ذروة لم يتصورها أحد كانت مصدرا للخلاف . وأسست جرينفيلد شركتها " سينابتيكا " وأبقت المستثمرين سعداء بها من غير أن يظهر لهم بعد الكثير من الربح ، أما مارسى فقد وصل فى النهاية إلى أن توفر له شركة "سن ميكروسيستمز " كمبيوتراته مجانا فى مقابل المقايضة ، بلوجو على موقعه فوق شبكة ويب – وهذا مصدر آخر للخلاف . وقد يحس المرء بالقلق بشأن مجس فضائى مبرقش بلوجوات مشتركة ، إلا أن هذا النوع من المشاركات معروف من زمن يرجع وراء إلى شركة آر سى إيه وتوماس " ألفا إديسون ، وغيرها فيما بعد . وإذا كان للمرء أن يحكم على هذا فإن عليه أيضًا أن يقر بفائدة حكمة الشارع هذه فى إيجاد المال الذى يتيح للبحث العلمى أن يحدث الآن .

كسر كل باحث من هؤلاء حواجز مهمة بأن ربط علمه مع حسه الداخلى بالروعة . نصح والد الكاتب ف . س . نيبول ابنه بقوله " اكتب ما تريد أن تقوله " . ويمكن لنا أن نضيف لذلك أن يمارس المرء العلم الذى يريد أن يمارسه ، ذلك العلم الذى ينبثق من انفعالاته ومن أعمق أسئلة لديه ، وحتى يفعل المرء ذلك فإن عليه أن يكسر الحواجز – الحاجز بين الهاوى والخبير ، وبين العام والخاص ، وبين أفرع العلم نفسها .

وهكذا فإنهم كسروا أولا الحاجز بين المهنى المحترف والهاوى ، خاصة فى علم الفلك . وبالطبع فإن الهاوى يهوى مجاله العلمى . عثر القس الأسترالى روبرت إيفانز على سوبرنوفات قبل أن تتمكن من ذلك أى مجموعة أكاديمية . وكانت كارولين شوميكر ، أرملة جين عالم جيولوجيا الكواكب ، أول من رأى مذنب الألفية شوميكر–ليفى ٩ . ويستطيع أى فرد أن يصبح مشاركا فى الأبحاث عن الذكاء خارج الأرض بعمل تحميل

ترحيلى (*) لحافظة شاشاته . ثم هناك كيفن آبس الذى تطوع بوقته للعمل مع فريق مارسى .

أما الأهم من ذلك ، فهو أن انهيار الجدران بين المهنى والعام يمتد إلى المعمل نفسه ، فقد تكشف لنورمان بيس بنوع من الإلهام أن فى استطاعة علماء الميكروبيولوجيا أن يتركوا معاملهم " فيؤدون العمل وسط القذر " . وقد ابتكر بيس وبيرلموتر وفنتر جميعا طرائق تتيح للطبيعة أن تقوم عنهم بطحن بياناتهم . ويقول فنتر عن العمل بطريقة "واسمات التتابع المعبر عنه " أن دنا البشرى هو أفضل ما يوجد من الكمبيوترات الفائقة " ، لقد انهارت جدران المعمل ، وأصبح العالَم فى حالات كثيرة هو المعمل . وهذه الطريقة النفعية للتناول تكمن أيضا وراء بعض أفكار دايلى ؛ فالكائنات التى تفترس الحشرات هى التى ستحصى لنا عدد الحشرات الموجودة فى المنظومة الإيكولوجية .

ويجب على المرء أيضا أن يهدم الحاجز بينه وبين الجمهور ، فمارسى درب فريق كرة (العصبة الصغيرة) مع أنه لم يكن لديه طفل فى الفريق ، وهو عندما درب الصبية ترك لهم أن يقرروا فيما بينهم المراكز التى يلعبون فيها ، وما فعله هكذا يطرح خاصة رئيسية للعلم الجسور فى وقتنا الحالى ، ولما كان هذا العلم يتطلب التعاون والابتكار والقدرات التنفيذية فى الاستثمار ، ولما كان يحدث كثيرًا أنه ينطلق إلى مجالات علمية جديدة يجهلها المرء ، لهذا كله فإنه يجب على المرء أن يكون فوق كل شىء مهذبا فى سلوكه ، كانت هذه أفضل نصيحة قدمتها إلىّ جدتى عندما تزوجت ، فقالت عليك لاغير أن تكون مهذبا ، لقد اختفت الآن أيام قياصرة العلم ، أو أوتوقراطيى التليسكوبات العملاقة ، أو دكتاتوريى فريق فيزياء الطاقة العالية الذى يتكون من أربعمائه فرد . وعلى الرغم من أن المعامل الكبرى فى يومنا لا تنقصها الأنَوية ولا الإدارة الإمبراطورية ، فإن النجاح الاستفزازى لهؤلاء الباحثين يوجب أن يكون الواحد منهم مهذبا ، لقد سمعت جيف مارسى فى مكتبه وهو يعطى تعليمات تفصيلية معقدة لمنزله عن طريق الهاتف . وقال لى وهو ينهى المكالمة ، إن هناك رفيقة سابقة له ستزوره هو وسوزان كيجلى ، ترى

(*) التحميل الترحيلى : ترحيل نسخة برنامج أو ملف داخل الكمبيوتر ، أو معلومات من قاعدة بيانات بعيدة أو كمبيوتر آخر عبر خط اتصال إلى الجهاز الطرفى للمستخدم . (المترجم)

هل هو مع شهرته الآن يشعر على نحو خاص بالفخر أو بأنه قد أثبت وجوده ؟ وأجاب وهو يلوح بيده ، " ياه ، لا ، ذاك أمر هو مجرد كواكب ، أما هنا فهذا أمر (أصدقاء) " .

هناك أيضا المساواة التى تنبثق من حياة هؤلاء الباحثين ، اهتمت سوزان جرينفيلد بأن تمزج فى فريق بحثها بين مختلف الأعمار وبين أفراد الجنسين . وكان وجود تراتب اجتماعى أقل صرامة وأكثر تعاونا فيه ما يبث قوة دافعة لمارسى والآخرين ممن سبق أن عانوا من الخضوع للنظام العلمى القديم الأكثر صرامة .

ووسائل الإعلام أداة قوية لتحطيم الحواجز . وكل هؤلاء الباحثين قد استخدموها واستفادوا من الظهور فى المجلات والصحف والراديو وشبكة ويب والتليفزيون . بيّن بول إرليخ لجريتشين دايلى أن الظهور فى التليفزيون يمكن أن يكون جزءا من الحياة العلمية المهنية للمستقبل ، كما كان هؤلاء الباحثين يردون فورا على مكالمات الهاتف والبريد الالكترونى ، ويتحدثون بفصاحة وحماس . وكانوا يتنقلون ثقافيا جيئة وذهابا ، داخل وخارج مجموعاتهم ، وبين مستمعيهم من المهنيين ومن الجمهور العام . كتب مؤرخو العلم الكثير عن أن الأفكار يجب أن يُدفع بها لأعين الجمهور . كان كريج فنتر هو الذى "جعل" الوقت مناسبا لتحديد التتابع بطريقة بندقية الرش . وعمل فنتر ودايلى فى العديد من اللجان التى تصنع السياسة فى واشنطن العاصمة . بينما تداوم جرينفيلد وديلى على الكتابة بانتظام للصحف أو التليفزيون . ويحدث بانتظام أن يكون هناك من يكتب عن مارسى ، ويبلموتر وفنتر. وتخط دايلى مقالات أفتتاحية وعادية للصحف والمجلات . واستخدمت سوزان جرينفيلد سلسلة أحاديثها فى هيئة الإذاعة البريطانية لتسجل نفسها مع المفكرين الرئيسيين فى علم الأعصاب .

إنها علاقة تكافل متبادل . يظهر المرء فى التليفزيون لأنه يستطيع أن يقيم تركيبا وأن يفسر الأمور بوضوح ، وإذا كان المرء يستطيع أن يبسّط فإنه يكتسب أفضلية كباحث . ووضوح الرؤية هكذا يتطلب من الباحث (أو الباحثة) أن يجعل لبحثه وضعًا فى التراث ، بما يوصل ما له من معنى فى التاريخ . ومن أجل هذا الهدف قرأ العديدون من الباحثين كتب العلم الجماهيرية واستمدوا منها أفكارا ، وقد وجد إفرايم فوكس ، شريك بولى ماتزينجر ، بدايته فى كتاب روبرت رايت " الحيوان الأخلاقى " . وقرأ فنتر لجيمس واطسن

ثم قرأ بعدها بكثير سيرة روزالند فرانكلين . وقرأت ماتزينجر هي وويز قدرا كبيرا في فلسفة العلم .

ما إن تصبح هناك فكرة عند هؤلاء الباحثين ، فإنهم لا ينتظرون . وإذا كان لديهم أي شعار فهو " هيا افعلها الآن " ، عندما تحدثت لأول مرة هاتفيا مع سوزان جرينفيلد ، كانت تريد مني أن الحق في الواقع بأول طائرة تالية إلى انجلترا . رفض كريج فنتر أن ينتظر لعشرة أعوام أخرى من العمل التقليدي في تحديد تتابع جين واحد ، الأمر الذي كان قد فعله ذات مرة . أما سول بيلموتر فقد أراد أن يتابع السوبرنوفات ، عندما كان كل فرد آخر يعتقد أنه ينبغي أن ينتظر المعدات الجديدة . وعندما يتحرك المرء سريعاً فإنه يخلق حظه الخاص به .

أما الشعار الثاني فسوف يكون " هيا أفعلها بما يتوفر لديك ". كان التغيير في النموذج الأساسي عند فنتر هو أن أدوات تحديد تتابع الجينات المتاحة لأي فرد في أوائل تسعينيات القرن العشرين أدوات كافية تمامًا بالنسبة لأي جينوم بأكمله ، لو أن المرء غير طريقة التناول – فيغيرها من تحديد التتابع للجينات المفردة إلى تحديد التتابع في الجينوم كله باستخدام أسلوب بندقية الرش ثم يأخذ المرء ما يحصل عليه هكذا ، أرادت جرينفيلد أن تختبر سم ثعابين أمريكا اللاتينية ، فعثرت على باحث لما بعد الدكتوراه يستطيع فعل ذلك وحصلت له على بعض المال . ولم تستمع جريتشين ديلي قط لأولئك الذين حاجوا بنقص الأدوات اللازمة لما كانت تحتاج إليه من قياسات معقدة للتنوع البيولوجي ؛ وإنما قررت ما تكونه الأنواع الرئيسية التي ستبحثها وصممت أجهزتها الخاصة ، وشمرت عن أكمامها ، وأخذت تسعى في الأفنية الخلفية وبين أسوار الشجر في سان فيتو ، عندما وجد جيف مارسي أنه تنقصه الأدوات للعثور على كواكب في حجم زحل ، قال إنه لابد وأن هناك احتمالاً كبيرًا بوجود كواكب في حجم المشترى أو أكبر . وانطلق يبحث عنها ، ووجدها .

وحتى يلاحق هؤلاء الباحثين أحلامهم بسرعة ، مارس كل واحد منهم علما له روابطه الجديدة . وأولها هو الرباط العقلي – الذي يربط ما يكون دقيقًا مع ما يكون عامًا ، ويربط مكونات الحياة اليومية مع التجريد . والرباط الثاني رباط تكنولوجي . فحتى

ينفذ فنتر أبحاث تحديد التتابع فى الجينات بطريقة بندقية الرش ، كان عليه أن يربط الكومبيوتر الشخصى مع الاستشعار عن بعد فى أجهزة تحديد التتابع المؤتمتة ، وهذا يماثل كثيرًا ما فعلته دايلى عندما أخذت تستخدم ما فى الأقمار الصناعية من وسائل الاستشعار عن بعد لتربطها بالباحثين الذين يشقون طريقهم بصعوبة من خلال حقول كوستاريكا . بينما ربط بيلموتر بين التكنولوجيا الجديدة لأجهزة الشحن المقرونة (كشم) مع تليسكوبات عديدة فى أنحاء العالم ليعثر فى الليلة الواحدة على سوبرنوفات عددها أكثر مما رُصد فى خمسة وثلاثين عامًا مضت . وعندما راسله كيفن أبس بالبريد الإلكترونى من انجلترا . ارتبط مارسى مع قمر صناعى لوكالة الفضاء الأوروبية ليحدد بدقة النجوم التى يجرى عليها بحثه . وباتباع هذه الطرائق الواقعية فإن ثورة المعلومات ، التى نُفخت لها الأبواق كثيرًا ، تجاوزت بالفعل كل ما أقامه أنصارها من دعاوى . فساعدت على تكوين روابط إبداعية بين المفكرين .

والأهم من ذلك أن هذه الروابط الجديدة تأتى فى شكل استخدام تكنيكات من أحد الأفرع العلمية فى فرع علمى آخر . وهكذا انتقل فنتر من علم الأعصاب إلى المحاكاة البيولوجية و الوراثيات ، واستخدم مارسى الكيمياء والفلك لإعادة كتابة علم الكواكب .وأنتقل ويز من الفيزياء إلى البيولوجيا ، وانتقل بيلموتر من الفيزياء إلى علم الكون . أما ماتزينجر فلم يتقبلها علماء المناعة قط ، ولكنها ببساطة وثبت عبر رؤوسهم ، مستخدمة وسائل الإعلام للتوصل إلى فئات مستمعين من المهنيين الآخرين ، ومن الجمهور العام ، وانتقلت جرينفيلد من الفيزيولوجيا الكهربية إلى الجينوميات فى متابعتها للإرسال العصبى ، أما دايلى فهى أوضح نموذج لاتباع المنهج البينى – فولّفت بين الاقتصاد ، وعلم المناخ ، والنبات ، والإيكولوجيا وأخذت تفعل ذلك بلا كلل مع باحثين آخرين دوليين حتى يفتحوا مغاليق مستقبل عالمنا ، تحدثت ريتا كولويل مديرة المؤسسة القومية للعلوم إلى ورشة بحث فى سبتمبر ١٩٩٨ فقالت ، " روابط المنهج البينى للعلوم هى الآن أمر أساسى بصورة مطلقة ، فهى بمثابة المشابك فى هذه القدرة الجديدة على الرؤية ... رؤية ما وراء الأفق . وسنجد أن أوجه تماس العلوم هى الموقع الذى ستكون فيه الإثارة الجديدة على أشدها " .

كثيرا ما يتحاشى هؤلاء الباحثين الدورات المعتادة لما هو متواضع من أحاديث، واجتماعات ومؤتمرات . فهم مقاتلون من أبرع نوع . وعندما هوجمت بولى ماتزينجر فإنها انطلقت واثبة عبر رؤوس نقادها . أما كريج فنتر فقد التقط صورا وعلقها فى أطر لما وصله من خطابات رفض وخصومة . ولم يرض كارل ويز وبعض أعضاء فريق بيرلموتر بأن يبقوا ساكتين عما أصابهم من أوجه ظلم يلزم عليهم معالجتها . وقد نالنى أحيانا الاحباط والحنق من بعض هؤلاء الباحثين ، فكانت بولى ماتزينجر تبدو مشابهة للممثلات بدرجة لا أعرف معها ما الذى أصدقه مما تقوله . أما فنتر فلديه القدرة على التأرجح بين لطف الطبع وبين الشك الفظ . واشتهر عن كارل ويز أنه متقلب المزاج . وقد اتُهموا أحيانا بأنهم يوغلون بمزاعمهم حتى أقصى أطراف ما يقبل الاثبات ، فى تحد لزملائهم .

يقول رون شوارتز بالمعاهد القومية للصحة وهو يشرح الأمر ، إن هناك خطا معينا فى العلم " يفصل بيننا وبين ما لنا من أصول فى الشعوذة " . وبعض هؤلاء الباحثين يوغلون فى سيرهم إلى ما يقترب كثيرًا من هذا الخط . وهذه هى طبيعة العلم الجسور . وهذا هو السبب فى أن بعض زملاء ماتزينجر كانوا يكرهونها كل هذا الكره ، إلا أن ما فى المرء من أوجه الضعف يكون منه أيضا أوجه قوة له ، كما يقول بروس كاميرون فى (تيجر) . وهكذا كان كريج فنتر يبالغ فى التوسع حتى يندفع بنفسه هو والآخرين ، وكانت جرينفيلد تحدد مواعيد نهائية للمهام تكاد تكون مستحيلة . وحين سألتها ، هل سيستعيد المساهمون فى (سينابتيكا) أموالهم ؟ أجابت ، " ربما ، هذا هو كل ما يدور حوله رأس المال الأستثمارى " .

وأخيرا ، فإنهم جميعًا يشتركون فى وجود حس بالفكاهة ، ويرون أن عملهم نوع من مباراة لعب ، فيقول سول بيلموتر ، " لا أحد يدرك قدر ما فى هذا من المتعة " ، كم من الممتع أن يرقبوا بحثهم فى هاواى ، أو فى سان فرنسسيكو ، فى سان فيتو أو فى وادى التيمس ، وهم عندما لا يجرون التجارب ، إما يعطون دروسًا ، أو يلقون أوراق بحث فى مؤتمر ، أو يلتقون مع أصدقاء ، أو يخرجون إلى عشاء ، أو يسافرون ، ويتحدثون أساسا حول مسائل مثل تاريخ الكون أو أنواع الكواكب التى ربما تأوى إليها حياة فى خارج منظومتنا الشمسية .

أكد كثيرون من المؤرخين والفلاسفة على الكثير من هذه الخصائص للعلم المبدع . والآن ، ونحن فى العصر الرقمى الذى كُتب فيه الكثير عن تفجر المعلومات ، أصبح التركيب – أى الربط بين أجزاء المعلومات المتباينة – هو أهم مهارة واحدة من مهارات الإبداع ، البصيرة النافذة يمكن أن تتأتى من أنواع شتى من طرائق التناول ، ولكن ما يحدث الآن أنها تنبع فى كثرتها الغالبة من الروابط الجديدة . وهذه الروابط قد تعرف عن طريق الإلهام أو عن طريق الخطأ ، مثلما حدث عندما اكتشف كيكول حلقة البنزين فى حلم عن ثعبان يأكل نفسه ، والتركيب ، أو علم المنظومات المركبة يشبه الفن أكثر ما يشبه ، وقد قال لى جيفرى مارسى فى مكتبه ، " العلم الإبداعى قريب من تأليف الموسيقى أو رسم لوحة على القماش بدرجة أكبر مما يدركه معظم الناس". يصف إ . أو . ويلسون فى كتابه " الاتفاق : وحدة المعرفة " ما سيأتى من تجمع بين الفن والعلم ، وكما قال لى ذات مرة ، " ها هنا يكون حد العلم حقًا . الفن هو فى النهاية صانع التركيب " .

كان العديد من هؤلاء الباحثين هواة للفن وكلهم كانوا موصّلين له على نحو فعال. يعزف مارسى التشيلو ، وتعزف ماتيزنجر البيانو ، ويعزف بيرلموتر الفيولا – وكلهم يفعلون ذلك بنشاط ، أما ويز فيستمع بعناية لموسيقى الجاز ، وهؤلاء المفكرون عندما يأتون بأفكارهم إلى الجمهور يجدون لها الاستعارة المجازية المناسبة للتبسيط والشرح . وبولى ماتزينجر واحدة من افضل من يفعلون ذلك ، وإذا كان نموذجها للخطر قد بدا سطحيًا لنقادها ، إلا أنه بدا رائعًا لانصارها الذين يتزايدون عددا . ويقول الباحث آلان كيرك ، " لاأستطيع أن أفكر فى أى عالِم آخر كان له تأثير قوى أكثر منها ... . إن لها قدرة عجيبة لتبقى أنفك مغروسا فى بياناتها وتجعلك ترى ما يكون هناك حقا ، فيدرك المرء بوضوح ما (الذى) كان لا يلحظه من قبل " .

كتب صمويل تايلور كولريدج فى ١٨١٧ أن الخيال " يكشف عن نفسه فى موازنة أو تسوية للخلاف بين الخصائص المتضادة أو المتنافرة ؛ التماثل مع الاختلاف ؛ العام مع المعيّن ، الفكرة مع الصورة ؛ الفردى مع التمثيلى " . هذا التوليف هو العلامة على القدرة على الحدس ، وهو نغمة مشتركة بين هؤلاء المفكرين . ويقول كريج فنتر . "إنما أبحث عن العلاقات بين المجالات المختلفة " . والحدس هو أفضل كمبيوتر لأنه باللاوعى

يـزن ويقيّم عددا هـائلا من المتغـيرات قبـل أن يتابـع بصـيرة نافـذة لم يكتـمل منها إلا نصفها .

هذه هى خصائص تلك الفرق البحثية المبدعة عندما نأخذ فى التحرك إبتداء مما سماه ميتشيو كاكو قرون الاكتشاف الثلاثة حتى نصل إلى عصر التحكم . أى نأخذ فى التحرك ابتداء من أن نكون مراقبين لرقصة الطبيعة حتى نصل إلى أن نصبح " مصممى الرقصة النشطين " ، ليست هذه بالخصائص الجديدة . والعلم فى معظمه يتم عادة حسبما يتفق ، وفى إبداع ، وبالصدفة ، وهذه الصفات نفسها – من التحرك بسرعة ، والتفكير على النطاق الكبير ، ووجود المشرف ، وتوليف الأدوات لخلق تآزر فيه المزيد من قوة الملاحظة – ظلت جزءا من قدرة الإبداع منذ أرشميدس ومن المحتمل أنها موجودة على بعض مستوى ثانٍ من الوجود الخالص ، بمثل ما كتب أفلاطون ، موجودة من خارجنا ونحن فوق كوكبنا المترب ، ومن خارج الزمان .

أما ما تغير بوضوح فهو الأدوات . وأدواتنا الآن – الكمبيوتر ، وأجهزة الاستشعار عن بعد ، والذكاء الاصطناعى ، والأجهزة المؤتمتة لتحديد تتابعات دنا ، والتليسكوبات ، والفئران عبر الجينية ، وتصوير المخ مغناطيسيا وبالأشعة – هذه الأدوات يمكن توليفها لإبداع تآزر فى الفعل . وتمكّن هذه الأدوات المفكرين من أن يتحركوا حركة أسرع ، وأن ينقبوا فى المسائل لعمق أكبر مما فعلوه قط قبلها . ولم يعد فى الأمر بعد طفرة طاغية عند محاولة استخدام تفاعلات بين المناخ والطبيعة والاقتصاد ، حتى نرسم خطة مستقبل الأنواع فوق الأرض ، أو لتحليل الخطوات المليون البيوكيميائية التى تؤدى إلى إحدى الأفكار . وعندما يربط الباحثون بين هذه الأدوات فإنهم يكشفون الغطاء عن العمليات التى تجرى فى الكون فى عِلم جديد له علاقات ذات سيولة وذات تغير دينامى ، وتشيع تسميته بأنه علم المنظومات المركبة .

تخلق هذه الأدوات حيزا للبحث التفاعلى الذى يتميز به أولئك الذين يكونون أول كل شىء ناجحين فى العمل مع الآخرين ومتفتحين للأفكار الشابة – كما أوضح مارسى فى ترحيبه بكيفن أبس ، أو كما أوضح فنتر عندما عمل مع مارك آدمز ، أو كما أوضحت ماتزينجر مع إفرليم فوكس . تدعم التكنولوجيا الحالية من يكونون من المتفتحين .

وهى ميزة لمن يستطيعون التكيف ليتغيروا ويتحركوا سريعا ، مثل سوزان جرينفيلد . وهى ميزة لمن يكونوا مثل هؤلاء المفكرين ، ممن يستخدمون وسائل الإعلام بفعالية للعمل على تقدم أهدافهم . ويجب على المرء أن تكون لديه القدرة على الاستمرار فى أوقات الظلمة ، حتى تأخذ العين فى أن ترى . ويبدو أن هذه القصص تشهد على أنه مع كل ما عليه زماننا من قتامة ، إلا أنه أيضا زمن فيه متعة العيش فى حياة لها روعتها .

معجم إنجليزى عربى

A

- Acetylcholin esterase	إنزيم استراز الأستيل كولين
- Adrenalin	أدرينالين
- Adrenal receptors	مستقبلات الأدرينالين
- Alchemie	الخيمياء
- Antigen	أنتيجين ، مستضد
- Antigravity force	القوة المضادة للجاذبية
- Apoptosis	الموت المبرمج للخلية
- Assembly program	برنامج التبديل (كمبيوتر)
- Autoimmune diseases	أمراض المناعة الذاتية

B

Bacchae	الباخوسيات (تابعات باخوس الإله الرومانى للخمر والمرح)
- Big bang theory	نظرية الانفجار الكبير، نظرية عن بدء الكون .
- Biogeography	جغرافيا بيولوجية
- Biology (conservative)	بيولوجيا (الحفاظ على البيئة)
- Biosphere	المحيط الحيوى
- Biotechnology	التكنولوجيا الحيوية
- Bit	البتة ، أصغر وحدة معلومات فى معالجات الكمبيوتر، رقم ثنائى من صفر أو واحد
- Bubble chamber	غرفة فقاعية (فيزياء)

C

- Calibrated candles	شموع قياسية (فلك)
- Camcorder	جهاز كاميرا / مسجل
- CCD (Couple chanrge devise)	كشم (كشاف الشحن المقرون) ، جهاز تصوير رقمى
- Chaos theory	نظرية الشواش (فيزياء - رياضة
- Clone	نسيلة
- Cloning	استنسال
- Closed (universe)	(كون) مغلق ، (فلك)- (كونيات)
- Complementary DNA	دنا المكمّل
- Computational model	نموذج حوسبى (كمبيوتر)
- Conservative biology	بيولوجيا الحفاظ على البيئة
- Cosmology	علم الكون - الكونيات
- Culture (bacterial)	استزراع (بكتريا) ، مزرعة بكتريا
- Cyclotron	سيكلوترون ، أحد أنواع معجلات الجسيمات

D

- Dendrite cell	خلية غصنية
- Dendrites (nerve cell)	غصون (الخلية العصبية)
- Diabetes (type I)	السكرى (من النوع الأول)
- DNA	الحامض النووى دى أوكسى ريبو نيوكلييك، دنا
- Dodo birds	طيور الدودو (منقرضة)
- Doppler's effect	ظاهرة دوبلر
- Down loading	تحميل ترحيلى (كمبيوتر)

E

- Eccentric	مختلف المراكز – لامتراكز
- Ecology	ايكولوجيا
- Ecosystems	منظومات ايكولوجية
- El-Nino current	تيار النينو
- Error margin	هامش الخطأ
- Eukaryotes	ذوات النواة الحقيقية
- Expressed Sequence Tags (EST)	واسمات التتابع المعبر عنها ، (وتم)
- Extraterrestial life	حياة من خارج الأرض، حياة لا أرضية .
- Extremophile (bacteria)	(بكتريا) أليفة درجات الحرارة القصوى .

F

- Flat universe	كون مسطح (فلك)– (كونيات)
- Fundamental particles	جسيمات أساسية

G

- Gendre	جنسانى ، ينتمى لأحد الجنسين الذكر أو الأنثى
- Genetics (Molecular)	علم الوراثيات الجزيئية
- Genomics	الجينوميات ، متعلق بالجينوم
- Global warming	الاحترار الكوكبى

H

- Habitat — مثوى بيئى – موطن بيئى
- Hard drive — مسير صلد (كمبيوتر)
- Helper T lymphocyte — خلية تى الليمفاوية المساعدة
- Hubble constant — ثابت هابل

I

- Immuno Suppressive drug — دواء مثبط للمناعة
- Inbred — مستولد داخليا
- Inflation theory — نظرية الانتفاخ (كونيات)
- Interdisciplinary science — علم بينى
- Interferometry — القياس بالتداخل (ضوء)
- Irrational (number) — (عدد) غير نسبى ، (رياضة)

J

- Jaguarundi — جاجورندى (حيوان)

L

- Laptop (computer) — (كمبيوتر) الحجر ، كمبيوتر شخصى صغير
- Light year — سنة ضوئية ، تساوى تقريبا ٩.٥ x ١٠^١٢ كيلو متر
- Logo — لوجو (لغة كمبيوتر)
- Lupus — داء الذئبة

M

- Main Sequence	التتابع الرئيسى (فلك)
- Marginal Value	قيمة حدية (اقتصاد)
- Melanoma	الميلانوما ، سرطان جلدى شديد
- Memes	ميمات ، ناقلات الثقافة عبر الأجيال
- Mentor	مشرف ، راعى
- Messenger RNA	رنا الرسول
- Methanogens (bacteria)	(البكتريا) الميثانية، منتجة لغاز الميثان
- Molecular biology	بيولوجيا جزيئية
- Molecular genetics	وراثيات جزيئية
- Multisdisciplinary system	منظومة فروع علمية متعددة
- Multiple sclerosis	تصلب متعدد
- Mu meson	ميزون ميو

N

- Nano	النانو - جزء من البليون
- Nerve transmitter	ناقل عصبى - مرسل عصبى
- Neuron	عصبون
- Neuroscience	علم الأعصاب
- Nicrosis	النخر
- El-Nino- current	تيار النينو

O

- Open universe	كون مفتوح (فلك)

P

- Parkinson's disease	مرض باركنسون
- Patriarchal	أبوى ، سلطة أبوية
- Paleontology	باليونتولوجيا
- Paradigm	النموذج الأساسى- النموذج الإرشادى
- Peptides	ببتيدات
- Photosynthesis	تمثيل ضوئى
- Physicalism	المذهب الفيزيقى
- Pixel	بكسيل (ضوء)
- Polymerase chain reaction	تفاعل البوليميريز المتسلسل
- Prokaryotes	ذوات النواة الكاذبة
- Psychotropic drugs	أدوية المنبهات النفسية

R

- Radial velocity	سرعة قطرية
- Red shift	إزاحة حمراء (ضوء)
- Restriction enzyme	إنزيم التحديد
- Rheumatoid arthritis	التهاب المفاصل الروماتيدى
- RNA	رنا ، الحامض النووى ريبو نيكلييك
- RNA (ribosomal)	رنا (الريبوسومى)

S

- Sabbatical year	سنة سبتية
- Salsa	السلسا ، موسيقى لاتينية راقصة
- Self/ Nonself model	نموذج الذات/غيرالذات (مناعة)
- Sequencer	جهاز تحديد التتابع
- Sexist	جنسوى
- Shot gun (gene Sequencing)	(تحديد تتابع الجينات) بطريقة بندقية الرش
- Silicon Wafer	شرائح بلورات سليكون (كمبيوتر)
- Space interferometry	القياس الفضائى بالتداخل
- Spectrograph	سبكتروجراف، مطياف، جهاز رسم الطيف
- Spectrometer	سبكترومتر ، مقياس الطيف
- Stromatolites	صخور الاستروما (جيولوجيا)
- Substantia nigra	المادة السوداء (فى المخ)
- Super Nova	سوبرنوفا (فلك)
- Symbiosis	تكافل المعيشة
- Synthesize	يركّب ، يجمع فى تركيب (بيولوجيا)

T

- (T) cell	خلايا (تى) ، (مناعة)
- Thermophile (bacteria)	(بيكتريا) أليفة الحرارة
- Tolerance	تحمل – إطاقة
- Transcription	استنساخ

U

- Universe (closed)	كون مقفل ، (فلك) – (كونيات)
- Univeres (Flat)	كون مسطح ، (فلك) – (كونيات)
- Universe (Open)	كون مفتوح ، (فلك) – (كونيات)

معجم عربى إنجليزى

أ

– أبوى، سلطة أبوية	Patriarchal
– التهاب المفاصل الروماتويدى	Rheumatoid arthritis
– الاحترار الكوكبى	Global Warming
– أدرينالين	Adrenalin
– أدوية المنبهات النفسية	Psychotropic drugs
– إزاحة حمراء	Red Shift
– استزراع (بكتريا)	Culture (bacterial)
– استنساخ	Transcription
– استنسال	Cloning
– أمراض المناعة الذاتية	Autoimmune diseases
– الانتفاخ (نظرية كونية)	Inflation (theory)
– إنزيم التحديد	Restriction enzyme
– إنزيم استراز الأستيل كولين	Acetyl choline esterase
– الانفجار الكبير (كونيات)	Big bang
– إيكولوجيا	Ecology

ب

– الباخوسيات (تابعات باخوس إله الخمر الرومانى)	Bacchae
– باليونتولوجيا	Paleontology
– ببتيدات	Peptides
– بتة ، أصغر وحدة معلومات فى معالجات الكمبيوتر	Bit

Assembly program	– برنامج التبديل(كمبيوتر)
Bacterial (culture)	– (استزراع) بكتريا (مزرعة) بكتريا
Thermohile bacteria	– بكتريا أليفة الحرارة
Extremophile bacteria	– بكتريا أليفة درجات الحرارة القصوى (ساخنه أو باردة)
Methanogens	–(بكتريا) ميثانية ، منتجة لغاز الميثان
Pixel	– بكسيل (ضوء)
Molecular biology	– بيولوجيا جزيئية
Conservative biology	– بيولوجيا الحفاظ على البيئة

ت

Main sequence	– التتابع الرئيسى (فلك)
Shot gun gene sequencing	– تحديد التتابع فى الجينات بطريقة بندقية الرش
Tolerance	– تحمل ، إطاقة
Down loading	– تحميل ترحيلى (كمبيوتر)
Multiple sclerosis	– تصلب متعدد
Polymerase chain reaction(PCR)	– تفاعل البوليميريز المتسلسل
Symbiosis	– تكافل الكائنات (بيولوجيا)
Biotechnology	– تكنولوجيا حيوية
Photosynthesis	– تمثيل ضوئى
El-Nino current	– تيار انينو

ث

Hubble constant	– ثابت هابل

ج

- جسيمات أساسية	Fundamental particles
- جغرافيا بيولوجية	Biogeography
- جنسانى (ينتمى لأحد الجنسين الذكر والأنثى)	Gender
- جنسوى	Sexist
- جهاز تحديد التتابع	Sequencer
- جاجورندى (حيوان)	Jaguarundi
- جينوميات	Genomics

ح

- حياة من خارج الأرض - حياة لا أرضية	Extraterrestial life

خ

- خلايا (تى) ، (مناعة)	(T) cells
- خلايا تى اللميفاوية المساعدة (مناعة)	Helper T lymphocytes
- خلية غصنية (مناعة)	Dendrite cell
- الخيمياء	Al chemie

د

- داء الذئبة (مرض مناعى)	Lupus
- دنا ، الحامض النووى دى أوكسى ريبونيوكليك	DNA
- دنا التكميلى	Complementary DNA
- ذوات النواة الحقيقية	Eukaryotes
- ذوات النواة الكاذبة	Prokaryotes

ر

– ركّب ، جمع فى تركيب	Synthesize
– رنا ، الحامض النووى ريبونيوكلييك	RNA
– رنا (الريبوسومى)	RNA (ribosomal)

س

– سرعة قطرية	Radial velocity
– السكرى من النوع الأول	Diabetes type I
– السلسا ، موسيقى راقصة لاتينية	Salsa
– سنة سبتية	Sabbatical year
– سنة ضوئية، تقريبا ٩.٥ ×١٠^١٢ كيلو متر	Light year
– سوبرنوفا (فلك)	Sypernova
– سيكلوترون ، أحد أنواع معجلات الجسيمات	Cyclotron

ش

– شرائح بلورات سليكون(كمبيوتر)	Silicon wafer
– شموع قياسية (فلك)	Calibrated candles
– الشواش (نظرية)	Chaos (theory)

ص

– صخور الاستروما(جيولوجيا)	Stromatolites

ط

– طيور الدودو (منقرضة)	Dodo birds

ظ

– ظاهرة دوبلر	Doppler's effect

ع

– عدد غير نسبى (رياضة)	Irrational number
– عصبون	Neuron
– علم الأعصاب	Neuro science
– علم الإيكولوجيا	Ecology
– علم الباليونتولوجيا	Paleontology
– علم بينى	Interdiscipisciplinary Science
– علم الكون – الكونيات	Cosmology
– علم الوراثيات (الجزيئية)	Genetics (Molecular)

غ

– غرفة الفقاعة (فيزياء)	Bubble chamber
– غصون (فى الخلية العصبية)	Dendrites (Nerve Cell)

ق

– القياس بالتداخل (ضوء)	Interferometry
– القياس الفضائى بالتداخل	Space interferometry
– القوة المضادة للجاذبية	Antigravity force
– القيمة الحدية (اقتصاد)	Marginal value

ك

– كاميرا – مسجل	Cancorder
– كشم ، كشاف الشحن المقرون (نوع من كاميرا رقمية)	CCD

- كمبيوتر الحجر ، كمبيوتر شخصى صغير يوضع على الحجر . — Laptop computer
- كون مسطح — Flat Universe
- كون مغلق — Closed Universe
- كون مفتوح — Open Universe

ل

- لوجو (لغة كمبيوتر) — Logo

م

- المادة السوداء (فى المخ) — Substantia Nigra
- مثوى بيئى ، موطن بيئى — Habitat
- محيط حيوى — Biosphere
- مختلف المراكز ، لامتراكز — Eccentric
- المذهب الفيزيقى — Physicalism
- مرض باركنسون — Parkinson's disease
- مستقبلات الأدرينالين — Adrenal receptors
- مستولد داخليا — Inbred
- مسير صلد (كمبيوتر) — Hard drive
- مشرف ، راعى — Monitor
- مطياف ، جهاز رسم الطيف — Spectrograph
- مقياس الطيف — Spectrometer
- منظومات ايكولوجية — Ecosystems
- منظومة فروع علمية متعددة ، منهج تعدد العلوم — Multidisciplinary
- الموت المبرمج للخلية — Apoptosis

– ميزون ميو	Mu meson
– ميلانوما ، سرطان جلدى شديد	Melanoma
– ميمات ، ناقلات الثقافة عبر الأجيال	Memes

ن

– ناقل عصبى – مرسل عصبى	Nerve transmitter
– النانو، جزء من بليون	Nano
– النخر	Nicrosis
– نسيلة	Clone
– نظرية الانتفاخ (كونيات)	Inflation theory
– النموذج الأساسى ، النموذج الإرشادى	Paradigm
– نموذج الذات/ غير الذات (مناعة)	Self/Non self Model
– نموذج حوسبى	Computational Model

هـ

– هامش الخطأ	Error margin

و

– واسمات التتابع المعبر عنها	Expressed Sequence
(وتم)	Tags (ESt)

المؤلف فى سطور

تيد أنطون

أستاذ مشارك للتأليف غير الروائى فى قسم اللغة الإنجليزية بجامعة ديبول بأمريكا.

يشارك بمقالاته عن العلم والعلماء فى مجلات أمريكية عديدة مثل سابنسز (علوم) وشيكاغو تريبيون . كما ألف وشارك فى تأليف كتب عديدة، وفاز بعدة جوائز عن بعض كتبه ومقالاته. وهو يلقى أحاديث علمية للإذاعة والجامعة ولرجال الصناعة.

المترجم فى سطور

د. مصطفى إبراهيم فهمى

أستاذ بالأكاديمية الطبية العسكرية، دكتوراه الكيمياء الإكلينيكية من جامعة لندن.

عضو لجنة الثقافة العلمية بالمجلس الأعلى للثقافة بمصر ورئيس لجنتها الفرعية للثقافة الطبية.

ترجم مايقرب من أربعين كتاباً فى الثقافة العلمية، ونال عدة جوائز عن ترجمة أحسن كتب فى الثقافة العلمية فى معرض الكتاب بالقاهرة والكويت.

المشروع القومى للترجمة

المشروع القومى للترجمة مشروع تنمية ثقافية بالدرجة الأولى ، ينطلق من الإيجابيات التى حققتها مشروعات الترجمة التى سبقته فى مصر والعالم العربى ويسعى إلى الإضافة بما يفتح الأفق على وعود المستقبل، معتمداً المبادئ التالية :

١- الخروج من أسر المركزية الأوروبية وهيمنة اللغتين الإنجليزية والفرنسية .

٢- التوازن بين المعارف الإنسانية فى المجالات العلمية والفنية والفكرية والإبداعية .

٣- الانحياز إلى كل ما يؤسس لأفكار التقدم وحضور العلم وإشاعة العقلانية والتشجيع على التجريب .

٤- ترجمة الأصول المعرفية التى أصبحت أقرب إلى الإطار المرجعى فى الثقافة الإنسانية المعاصرة، جنباً إلى جنب المنجزات الجديدة التى تضع القارئ فى القلب من حركة الإبداع والفكر العالميين .

٥- العمل على إعداد جيل جديد من المترجمين المتخصصين عن طريق ورش العمل بالتنسيق مع لجنة الترجمة بالمجلس الأعلى للثقافة .

٦- الاستعانة بكل الخبرات العربية وتنسيق الجهود مع المؤسسات المعنية بالترجمة .

المشروع القومى للترجمة

١ - اللغة العليا (طبعة ثانية)	جون كوين	ت : أحمد درويش
٢ - الوثنية والإسلام	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣ - التراث المسروق	جورج جيمس	ت : شوقى جلال
٤ - كيف تتم كتابة السيناريو	انجا كاريتنكوفا	ت : أحمد الحضرى
٥ - ثريا فى غيبوبة	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
٦ - اتجاهات البحث اللسانى	ميلكا إفيتش	ت : سعد مصلوح / وفاء كامل فايد
٧ - العلوم الإنسانية والفلسفة	لوسيان غولدمان	ت : يوسف الأنطكى
٨ - مشعلو الحرائق	ماكس فريش	ت : مصطفى ماهر
٩ - التغيرات البيئية	أندرو س. جودى	ت : محمود محمد عاشور
١٠ - خطاب الحكاية	چيرار چينيت	ت : محمد معتصم وعبد الجليل الأزدى وعمر حلى
١١ - مختارات	فيسوافا شيمبوريسكا	ت : هناء عبد الفتاح
١٢ - طريق الحرير	ديفيد براونيستون وايرين فرانك	ت : أحمد محمود
١٣ - ديانة الساميين	روبرتسن سميث	ت : عبد الوهاب علوب
١٤ - التحليل النفسى والأدب	جان بيلمان نويل	ت : حسن المودن
١٥ - الحركات الفنية	إدوارد لويس سميث	ت : أشرف رفيق عفيفى
١٦ - أثينة السوداء	مارتن برنال	ت : بإشراف / أحمد عتمان
١٧ - مختارات	فيليب لاركين	ت : محمد مصطفى بدوى
١٨ - الشعر النسائى فى أمريكا اللاتينية	مختارات	ت : طلعت شاهين
١٩ - الأعمال الشعرية الكاملة	چورج سفيريس	ت : نعيم عطية
٢٠ - قصة العلم	ج. ج. كراوثر	ت: يمنى طريف الخولى / بدوى عبد الفتاح
٢١ - خوخة وألف خوخة	صمد بهرنجى	ت : ماجدة العنانى
٢٢ - مذكرات رحالة عن المصريين	جون أنتيس	ت : سيد أحمد على الناصرى
٢٣ - تجلى الجميل	هانز جيورج جادامر	ت : سعيد توفيق
٢٤ - ظلال المستقبل	باتريك بارندر	ت : بكر عباس
٢٥ - مثنوى	مولانا جلال الدين الرومى	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦ - دين مصر العام	محمد حسين هيكل	ت : أحمد محمد حسين هيكل
٢٧ - التنوع البشرى الخلاق	مقالات	ت : نخبة
٢٨ - رسالة فى التسامح	جون لوك	ت : منى أبو سنه
٢٩ - الموت والوجود	جيمس ب. كارس	ت : بدر الديب
٣٠ - الوثنية والإسلام (ط٢)	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣١ - مصادر دراسة التاريخ الإسلامى	جان سوفاجيه - كلود كاين	ت : عبد الستار الحلوجى / عبد الوهاب علوب
٣٢ - الانقراض	ديفيد روس	ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٣٣ - التاريخ الاقتصادى لأفريقيا الغربية	أ. ج. هوبكنز	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣٤ - الرواية العربية	روجر آلن	ت : حصة إبراهيم المنيف
٣٥ - الأسطورة والحداثة	بول . ب . ديكسون	ت : خليل كلفت

٣٦ - نظريات السرد الحديثة	والاس مارتن	ت : حياة جاسم محمد
٣٧ - واحة سيوة وموسيقاها	بريجيت شيفر	ت : جمال عبد الرحيم
٣٨ - نقد الحداثة	آلن تورين	ت : أنور مغيث
٣٩ - الإغريق والحسد	بيتر والكوت	ت : منيرة كروان
٤٠ - قصائد حب	آن سكستون	ت : محمد عيد إبراهيم
٤١ - ما بعد المركزية الأوربية	بيتر جران	ت : عاطف أحمد / إبراهيم فتحى / محمود ماجد
٤٢ - عالم ماك	بنجامين باربر	ت : أحمد محمود
٤٣ - اللهب المزدوج	أوكتافيو باث	ت : المهدى أخريف
٤٤ - بعد عدة أصياف	ألدوس هكسلى	ت : مارلين تادرس
٤٥ - التراث المغدور	روبرت ج دنيا - جون ف أ فاين	ت : أحمد محمود
٤٦ - عشرون قصيدة حب	بابلو نيرودا	ت : محمود السيد على
٤٧ - تاريخ النقد الأدبى الحديث جـ١	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٤٨ - حضارة مصر الفرعونية	فرانسوا دوما	ت : ماهر جويجاتى
٤٩ - الإسلام فى البلقان	هـ . ت . نوريس	ت : عبد الوهاب علوب
٥٠ - ألف ليلة وليلة أو القول الأسير	جمال الدين بن الشيخ	ت : محمد برادة وعثمانى الميلود ويوسف الأنطكى
٥١ - مسار الرواية الإسبانو أمريكية	داريو بيانوبيا وخ. م بينياليستى	ت : محمد أبو العطا
٥٢ - العلاج النفسى التدعيمى	بيتر . ن . نوفاليس وستيفن . ج . روجسيفيتز وروجر بيل	ت . لطفى فطيم وعادل دمرداش
٥٣ - الدراما والتعليم	أ . ف . ألنجتون	ت : مرسى سعد الدين
٥٤ - المفهوم الإغريقى للمسرح	ج . مايكل والتون	ت : محسن مصيلحى
٥٥ - ما وراء العلم	چون بولكنجهوم	ت : على يوسف على
٥٦ - الأعمال الشعرية الكاملة (١)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود على مكى
٥٧ - الأعمال الشعرية الكاملة (٢)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود السيد ، ماهر البطوطى
٥٨ - مسرحيتان	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمد أبو العطا
٥٩ - المحبرة	كارلوس مونييث	ت : السيد السيد سهيم
٦٠ - التصميم والشكل	جوهانز ايتين	ت : صبرى محمد عبد الغنى
٦١ - موسوعة علم الإنسان	شارلوت سيمور - سميث	مراجعة وإشراف : محمد الجوهرى
٦٢ - لذّة النّص	رولان بارت	ت : محمد خير البقاعى .
٦٣ - تاريخ النقد الأدبى الحديث جـ٢	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٦٤ - برتراند راسل (سيرة حياة)	آلان وود	ت : رمسيس عوض .
٦٥ - فى مدح الكسل ومقالات أخرى	برتراند راسل	ت : رمسيس عوض .
٦٦ - خمس مسرحيات أندلسية	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٦٧ - مختارات	فرناندو بيسوا	ت : المهدى أخريف
٦٨ - نتاشا العجوز وقصص أخرى	فالنتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
٦٩ - العالم الإسلامى فى أوائل القرن العشرين	عبد الرشيد إبراهيم	ت : أحمد فؤاد متولى وهويدا محمد فهمى
٧٠ - ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية	أوخينيو تشانج رودريجث	ت : عبد الحميد غلاب وأحمد حشاد
٧١ - السيدة لا تصلح إلا للرمى	داريو فو	ت : حسين محمود

٧٢ – السياسى العجوز	ت . س . إليوت	ت : فؤاد مجلى
٧٣ – نقد استجابة القارئ	چين . ب . تومبكنز	ت : حسن ناظم وعلى حاكم
٧٤ – صلاح الدين والمماليك فى مصر	ل . ا . سيمينوڤا	ت : حسن بيومى
٧٥ – فن التراجم والسير الذاتية	أندريه موروا	ت : أحمد درويش
٧٦ – چاك لاكان وإغواء التحليل النفسى	مجموعة من الكتاب	ت : عبد المقصود عبد الكريم
٧٧ – تاريخ النقد الأدبى الحديث ج ٣	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٧٨ – العولمة : النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية	رونالد روبرتسون	ت : أحمد محمود ونورا أمين
٧٩ – شعرية التأليف	بوريس أوسبينسكى	ت : سعيد الغانمى وناصر حلاوى
٨٠ – بوشكين عند «نافورة الدموع»	ألكسندر بوشكين	ت : مكارم الغمرى
٨١ – الجماعات المتخيلة	بندكت أندرسن	ت : محمد طارق الشرقاوى
٨٢ – مسرح ميجيل	ميجيل دى أونامونو	ت : محمود السيد على
٨٣ – مختارات	غوتفريد بن	ت : خالد المعالى
٨٤ – موسوعة الأدب والنقد	مجموعة من الكتاب	ت : عبد الحميد شيحة
٨٥ – منصور الحلاج (مسرحية)	صلاح زكى أقطاى	ت : عبد الرازق بركات
٨٦ – طول الليل	جمال مير صادقى	ت : أحمد فتحى يوسف شتا
٨٧ – نون والقلم	جلال آل أحمد	ت : ماجدة العنانى
٨٨ – الابتلاء بالتغرب	جلال آل أحمد	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٨٩ – الطريق الثالث	أنتونى جيدنز	ت : أحمد زايد ومحمد محيى الدين
٩٠ – وسم السيف (قصص)	نخبة من كُتاب أمريكا اللاتينية	ت : محمد إبراهيم مبروك
٩١ – المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق	باربر الاسوستكا	ت : محمد هناء عبد الفتاح
٩٢ – أساليب ومضامين المسرح الإسبانوأمريكى المعاصر	كارلوس ميجيل	ت : نادية جمال الدين
٩٣ – محدثات العولمة	مايك فيذرستون وسكوت لاش	ت : عبد الوهاب علوب
٩٤ – الحب الأول والصحبة	صمويل بيكيت	ت : فوزية العشماوى
٩٥ – مختارات من المسرح الإسبانى	أنطونيو بويرو باييخو	ت : سرى محمد محمد عبد اللطيف
٩٦ – ثلاث زنبقات ووردة	قصص مختارة	ت : إدوار الخراط
٩٧ – هوية فرنسا (المجلد الأول)	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
٩٨ – الهم الإنسانى والابتزاز الصهيونى	نماذج ومقالات	ت : أشرف الصباغ
٩٩ – تاريخ السينما العالمية	ديڤيد روبنسون	ت : إبراهيم قنديل
١٠٠ – مساءلة العولمة	بول هيرست وجراهام تومبسون	ت : إبراهيم فتحى
١٠١ – النص الروائى (تقنيات ومناهج)	بيرنار فاليط	ت : رشيد بنحدو
١٠٢ – السياسة والتسامح	عبد الكريم الخطيبى	ت : عز الدين الكتانى الإدريسى
١٠٣ – قبر ابن عربى يليه آياء	عبد الوهاب المؤدب	ت : محمد بنيس
١٠٤ – أوبرا ماهوجنى	برتولت بريشت	ت : عبد الغفار مكاوى
١٠٥ – مدخل إلى النص الجامع	چيرارچينيت	ت : عبد العزيز شبيل
١٠٦ – الأدب الأندلسى	د. ماريا خيسوس روبييرامتى	ت : أشرف على دعدور
١٠٧ – صورة الفدائى فى الشعر الأمريكى المعاصر	نخبة	ت : محمد عبد الله الجعيدى

١٠٨ - ثلاث دراسات عن الشعر الأندلسي	مجموعة من النقاد	ت : محمود علي مكي
١٠٩ - حروب المياه	جون بولوك وعادل درويش	ت : هاشم أحمد محمد
١١٠ - النساء في العالم النامي	حسنة بيجوم	ت : منى قطان
١١١ - المرأة والجريمة	فرانسيس هيندسون	ت : ريهام حسين إبراهيم
١١٢ - الاحتجاج الهادئ	أرلين علوي ماكليود	ت : إكرام يوسف
١١٣ - راية التمرد	سادي پلانت	ت : أحمد حسان
١١٤ - مسرحيتا حصاد كونجي وسكان المستنقع	وول شوينكا	ت : نسيم مجلي
١١٥ - غرفة تخص المرء وحده	فرجينيا وولف	ت : سمية رمضان
١١٦ - امرأة مختلفة (درية شفيق)	سينثيا نلسون	ت : نهاد أحمد سالم
١١٧ - المرأة والجنوسة في الإسلام	ليلى أحمد	ت : منى إبراهيم ، وهالة كمال
١١٨ - النهضة النسائية في مصر	بث بارون	ت : لميس النقاش
١١٩ - النساء والأسرة وقوانين الطلاق	أميرة الأزهري سنبل	ت : بإشراف/ رؤوف عباس
١٢٠ - الحركة النسائية والتطور في الشرق الأوسط	ليلى أبو لغد	ت : نخبة من المترجمين
١٢١ - الدليل الصغير في كتابة المرأة العربية	فاطمة موسى	ت : محمد الجندي ، وإيزابيل كمال
١٢٢ - نظام العبودية القديم ونموذج الإنسان	جوزيف فوجت	ت : منيرة كروان
١٢٣ - الإمبراطورية العثمانية وعلاقاتها الدولية	نيكل الكسندر وفنادولينا	ت: أنور محمد إبراهيم
١٢٤ - الفجر الكاذب	جون جراي	ت : أحمد فؤاد بلبع
١٢٥ - التحليل الموسيقي	سيدريك ثورپ ديڤي	ت : سمحه الخولي
١٢٦ - فعل القراءة	ڤولڤانج إيسر	ت : عبد الوهاب علوب
١٢٧ - إرهاب	صفاء فتحي	ت : بشير السباعي
١٢٨ - الأدب المقارن	سوزان باسنيت	ت : أميرة حسن نويرة
١٢٩ - الرواية الاسبانية المعاصرة	ماريا دولورس أسيس جاروته	ت : محمد أبو العطا وآخرون
١٣٠ - الشرق يصعد ثانية	أندريه جوندر فرانك	ت : شوقي جلال
١٣١ - مصر القديمة (التاريخ الاجتماعي)	مجموعة من المؤلفين	ت : لويس بقطر
١٣٢ - ثقافة العولمة	مايك فيذرستون	ت : عبد الوهاب علوب
١٣٣ - الخوف من المرايا	طارق علي	ت : طلعت الشايب
١٣٤ - تشريح حضارة	باري ج. كيمب	ت : أحمد محمود
١٣٥ - المختار من نقد ت. س. إليوت (ثلاثة أجزاء)	ت. س. إليوت	ت : ماهر شفيق فريد
١٣٦ - فلاحو الباشا	كينيث كونو	ت : سحر توفيق
١٣٧ - مذكرات ضابط في الحملة الفرنسية	جوزيف ماري مواريه	ت : كاميليا صبحي
١٣٨ - عالم التليفزيون بين الجمال والعنف	إيڤلينا تاروني	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٣٩ - پارسيڤال	ريشارد ڤاجنر	ت : مصطفى ماهر
١٤٠ - حيث تلتقي الأنهار	هربرت ميسن	ت : أمل الجبوري
١٤١ - اثنتا عشرة مسرحية يونانية	مجموعة من المؤلفين	ت : نعيم عطية
١٤٢ - الإسكندرية : تاريخ ودليل	أ. م. فورستر	ت : حسن بيومي
١٤٣ - قضايا التنظير في البحث الاجتماعي	ديريك لايدار	ت : عدلي السمري
١٤٤ - صاحبة اللوكاندة	كارلو جولدوني	ت : سلامة محمد سليمان

١٤٥ – موت أرتيميو كروث	كارلوس فوينتس	ت : أحمد حسان
١٤٦ – الورقة الحمراء	ميجيل دى ليبس	ت : على عبد الرؤوف اليمبى
١٤٧ – خطبة الإدانة الطويلة	تانكريد دورست	ت : عبد الغفار مكاوى
١٤٨ – القصة القصيرة (النظرية والتقنية)	إنريكى أندرسون إمبرت	ت : على إبراهيم على منوفى
١٤٩ – النظرية الشعرية عند إليوت وأدونيس	عاطف فضول	ت : أسامة إسبر
١٥٠ – التجربة الإغريقية	روبرت ج. ليتمان	ت: منيرة كروان
١٥١ – هوية فرنسا (مج ٢ ، ج ١)	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
١٥٢ – عدالة الهنود وقصص أخرى	نخبة من الكُتاب	ت : محمد محمد الخطابى
١٥٣ – غرام الفراعنة	فيولين فاتويك	ت : فاطمة عبد الله محمود
١٥٤ – مدرسة فرانكفورت	فيل سليتر	ت : خليل كلفت
١٥٥ – الشعر الأمريكى المعاصر	نخبة من الشعراء	ت : أحمد مرسى
١٥٦ – المدارس الجمالية الكبرى	جى آنبال وآلان وأوديت فيرمو	ت : مى التلمسانى
١٥٧ – خسرو وشيرين	النظامى الكنوجى	ت : عبد العزيز بقوش
١٥٨ – هوية فرنسا (مج ٢ ، ج٢)	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
١٥٩ – الإيديولوجية	ديفيد هوكس	ت : إبراهيم فتحى
١٦٠ – آلة الطبيعة	بول إيرليش	ت : حسين بيومى
١٦١ – من المسرح الإسبانى	اليخاندرو كاسونا وأنطونيو جالا	ت : زيدان عبد الحليم زيدان
١٦٢ – تاريخ الكنيسة	يوحنا الآسيوى	ت : صلاح عبد العزيز محجوب
١٦٣ – موسوعة علم الاجتماع ج ١	جوردون مارشال	ت بإشراف : محمد الجوهرى
١٦٤ – شامپوليون (حياة من نور)	چان لاكوتير	ت : نبيل سعد
١٦٥ – حكايات الثعلب	أ . ن أفانا سيفا	ت : سهير المصادفة
١٦٦ – العلاقات بين المتدينين والعلمانيين فى إسرائيل	يشعياهو ليفمان	ت : محمد محمود أبو غدير
١٦٧ – فى عالم طاغور	رابندرانات طاغور	ت : شكرى محمد عياد
١٦٨ – دراسات فى الأدب والثقافة	مجموعة من المؤلفين	ت : شكرى محمد عياد
١٦٩ – إبداعات أدبية	مجموعة من المبدعين	ت : شكرى محمد عياد
١٧٠ – الطريق	ميغيل دليبيس	ت : بسام ياسين رشيد
١٧١ – وضع حد	فرانك بيجو	ت : هدى حسين
١٧٢ – حجر الشمس	مختارات	ت : محمد محمد الخطابى
١٧٣ – معنى الجمال	ولتر ت . ستيس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٧٤ – صناعة الثقافة السوداء	ايليس كاشمور	ت : أحمد محمود
١٧٥ – التليفزيون فى الحياة اليومية	لورينزو فيلشس	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٧٦ – نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية	توم تيتنبرج	ت : جلال البنا
١٧٧ – أنطون تشيخوف	هنرى ترويا	ت : حصة إبراهيم منيف
١٧٨ – مختارات من الشعر اليونانى الحديث	نخبة من الشعراء	ت : محمد حمدى إبراهيم
١٧٩ – حكايات أيسوب	أيسوب	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٠ – قصة جاويد	إسماعيل فصيح	ت : سليم عبدالأمير حمدان
١٨١ – النقد الأدبى الأمريكى	فنسنت . ب . ليتش	ت : محمد يحيى

١٨٢ - العنف والنبوءة	و . ب . ييتس	ت : ياسين طه حافظ
١٨٣ - جان كوكتو على شاشة السينما	رينيه جيلسون	ت : فتحى العشرى
١٨٤ - القاهرة .. حالمة لا تنام	هانز إيندورفر	ت : دسوقى سعيد
١٨٥ - أسفار العهد القديم	توماس تومسن	ت : عبد الوهاب علوب
١٨٦ - معجم مصطلحات هيجل	ميخائيل أنوود	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٧ - الأرضة	بُزُرْج علَوى	ت : علاء منصور
١٨٨ - موت الأدب	ألفين كرنان	ت : بدر الديب
١٨٩ - العمى والبصيرة	پول دى مان	ت : سعيد الغانمى
١٩٠ - محاورات كونفوشيوس	كونفوشيوس	ت : محسن سيد فرجانى
١٩١ - الكلام رأسمال	الحاج أبو بكر إمام	ت : مصطفى حجازى السيد
١٩٢ - سياحت نامه إبراهيم بك جـ١	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
١٩٣ - عامل المنجم	بيتر أبراهامز	ت : محمد عبد الواحد محمد
١٩٤ - مختارات من النقد الأنجلو - أمريكى	مجموعة من النقاد	ت : ماهر شفيق فريد
١٩٥ - شتاء ٨٤	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
١٩٦ - المهلة الأخيرة	فالنتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
١٩٧ - الفاروق	شمس العلماء شبلى النعمانى	ت : جلال السعيد الحفناوى
١٩٨ - الاتصال الجماهيرى	إدوين إمرى وآخرون	ت : إبراهيم سلامة إبراهيم
١٩٩ - تاريخ يهود مصر فى الفترة العثمانية	يعقوب لانداوى	ت : جمال أحمد الرفاعى وأحمد عبد اللطيف حماد
٢٠٠ - ضحايا التنمية	جيرمى سيبروك	ت . فخرى لبيب
٢٠١ - الجانب الدينى للفلسفة	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٢٠٢ - تاريخ النقد الأدبى الحديث جـ٤	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٢٠٣ - الشعر والشاعرية	ألطاف حسين حالى	ت : جلال السعيد الحفناوى
٢٠٤ - تاريخ نقد العهد القديم	زالمان شازار	ت : أحمد محمود هويدى
٢٠٥ - الجينات والشعوب واللغات	لويجى لوقا كافاللى - سفورزا	ت : أحمد مستجير
٢٠٦ - الهيولية تصنع علماً جديداً	جيمس جلايك	ت : على يوسف على
٢٠٧ - ليل إفريقى	رامون خوتاسندير	ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٠٨ - شخصية العربى فى المسرح الإسرائيلى	دان أوريان	ت : محمد أحمد صالح
٢٠٩ - السرد والمسرح	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٠ - مثنويات حكيم سنائى	سنائى الغزنوى	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١١ - فردينان دوسوسير	جوناثان كلر	ت : محمود حمدى عبد الغنى
٢١٢ - قصص الأمير مرزبان	مرزبان بن رستم بن شروين	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١٣ - مصر منذ قدوم نابليون حتى رحيل عبد الناصر	ريمون فلاور	ت : سيد أحمد على الناصرى
٢١٤ - قواعد جديدة للمنهج فى علم الاجتماع	أنتونى جيدنز	ت : محمد محمود محى الدين
٢١٥ - سياحت نامه إبراهيم بك جـ٢	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
٢١٦ - جوانب أخرى من حياتهم	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٧ - مسرحيتان طليعيتان	صمويل بيكيت	ت : نادية البنهاوى
٢١٨ - رايولا	خوليو كورتازان	ت : على إبراهيم على منوفى

٢١٩ – بقايا اليوم	كازو ايشجورو	ت : طلعت الشايب
٢٢٠ – الهيولية فى الكون	بارى باركر	ت : على يوسف على
٢٢١ – شعرية كفافى	جريجورى جوزدانيس	ت : رفعت سلام
٢٢٢ – فرانز كافكا	رونالد جراى	ت : نسيم مجلى
٢٢٣ – العلم فى مجتمع حر	بول فيرابنر	ت : السيد محمد نفادى
٢٢٤ – دمار يوغسلافيا	برانكا ماجاس	ت : منى عبد الظاهر إبراهيم السيد
٢٢٥ – حكاية غريق	جابرييل جارثيا ماركث	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٦ – أرض المساء وقصائد أخرى	ديفيد هربت لورانس	ت : طاهر محمد على البربرى
٢٢٧ – المسرح الإسبانى فى القرن السابع عشر	موسى ماردينا ديف بوركى	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٨ – علم الجمالية وعلم اجتماع الفن	جانيت وولف	ت : مارى تيريز عبد المسيح وخالد حسن
٢٢٩ – مأزق البطل الوحيد	نورمان كيمان	ت : أمير إبراهيم العمرى
٢٣٠ – عن الذباب والفئران والبشر	فرانسواز جاكوب	ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٢٣١ – الدرافيل	خايمى سالوم بيدال	ت : جمال أحمد عبد الرحمن
٢٣٢ – مابعد المعلومات	توم ستينر	ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٢٣٣ – فكرة الاضمحلال	أرثر هيرمان	ت : طلعت الشايب
٢٣٤ – الإسلام فى السودان	ج. سبنسر تريمنجهام	ت : فؤاد محمد عكود
٢٣٥ – ديوان شمس تبريزى ج١	جلال الدين الرومى	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٢٣٦ – الولاية	ميشيل تود	ت : أحمد الطيب
٢٣٧ – مصر أرض الوادى	روبين فيدين	ت : عنايات حسين طلعت
٢٣٨ – العولمة والتحرير	الانكتاد	ت : ياسر محمد جاد الله وعربى مدبولى أحمد
٢٣٩ – العربى فى الأدب الإسرائيلى	جيلارافر – رايوخ	ت : نادية سليمان حافظ وإيهاب صلاح فايق
٢٤٠ – الإسلام والغرب وإمكانية الحوار	كامى حافظ	ت : صلاح عبد العزيز محمود
٢٤١ – فى انتظار البرابرة	ك. م كويتز	ت : ابتسام عبد الله سعيد
٢٤٢ – سبعة أنماط من الغموض	وليام إمبسون	ت : صبرى محمد حسن عبد النبى
٢٤٣ – تاريخ إسبانيا الإسلامية (مج ١)	ليفى بروفنسال	ت : مجموعة من المترجمين
٢٤٤ – الغليان	لاورا إسكيبيل	ت : نادية جمال الدين محمد
٢٤٥ – نساء مقاتلات	إليزابيتا أديس	ت : توفيق على منصور
٢٤٦ – قصص مختارة	جابرييل جرثيا ماركث	ت : على إبراهيم على منوفى
٢٤٧ – الثقافة الجماهيرية والحداثة فى مصر	وولتر أرمبرست	ت : محمد الشرقاوى
٢٤٨ – حقول عدن الخضراء	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٢٤٩ – لغة التمزق	دراجو شتامبوك	ت : رفعت سلام
٢٥٠ – علم اجتماع العلوم	دومنيك فينك	ت : ماجدة أباظة
٢٥١ – موسوعة علم الاجتماع ج ٢	جوردون مارشال	ت بإشراف : محمد الجوهرى
٢٥٢ – رائدات الحركة النسوية المصرية	مارجو بدران	ت : على بدران
٢٥٣ – تاريخ مصر الفاطمية	ل. أ. سيميتوفا	ت : حسن بيومى
٢٥٤ – الفلسفة	ديف روبنسون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٥ – أفلاطون	ديف روبنسون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام

٢٥٦ - ديكارت	ديف روبنسون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٧ - تاريخ الفلسفة الحديثة	وليم كلى رايت	ت : محمود سيد أحمد
٢٥٨ - الفجر	سير أنجوس فريزر	ت : عُبادة كُحيلة
٢٥٩ - مختارات من الشعر الأرمنى	نخبة	ت : ڤاروچان كازانچيان
٢٦٠ - موسوعة علم الاجتماع ج٢	جوردون مارشال	ت بإشراف : محمد الجوهرى
٢٦١ - رحلة فى فكر زكى نجيب محمود	زكى نجيب محمود	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٦٢ - مدينة المعجزات	إدوارد مندوثا	ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٦٣ - الكشف عن حافة الزمن	چون جريبن	ت : على يوسف على
٢٦٤ - إبداعات شعرية مترجمة	هوراس / شلى	ت : لويس عوض
٢٦٥ - روايات مترجمة	أوسكار وايلد وصموئيل جونسون	ت : لويس عوض
٢٦٦ - مدير المدرسة	جلال آل أحمد	ت : عادل عبد المنعم سويلم
٢٦٧ - فن الرواية	ميلان كونديرا	ت : بدر الدين عرودكى
٢٦٨ - ديوان شمس تبريزى ج٢	جلال الدين الرومى	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦٩ - وسط الجزيرة العربية وشرقها ج١	وليم چيفور بالجريف	ت : صبرى محمد حسن
٢٧٠ - وسط الجزيرة العربية وشرقها ج٢	وليم چيفور بالجريف	ت : صبرى محمد حسن
٢٧١ - الحضارة الغربية	توماس سى . باترسون	ت : شوقى جلال
٢٧٢ - الأديرة الأثرية فى مصر	س. س. والترز	ت : إبراهيم سلامة
٢٧٣ - الاستعمار والثورة فى الشرق الأوسط	جوان آر. لوك	ت : عنان الشهاوى
٢٧٤ - السيدة بربارا	رومولو جلاجوس	ت : محمود على مكى
٢٧٥ - ت. س. إليوت شاعراً وناقداً وكاتباً مسرحياً	أقلام مختلفة	ت : ماهر شفيق فريد
٢٧٦ - فنون السينما	فرانك جوتيران	ت : عبد القادر التلمسانى
٢٧٧ - الچينات : الصراع من أجل الحياة	بريان فورد	ت : أحمد فوزى
٢٧٨ - البدايات	إسحق عظيموف	ت : ظريف عبد الله
٢٧٩ - الحرب الباردة الثقافية	فرانسيس ستونر سوندرز	ت : طلعت الشايب
٢٨٠ - من الأدب الهندى الحديث والمعاصر	بريم شند وآخرون	ت : سمير عبد الحميد
٢٨١ - الفردوس الأعلى	مولانا عبد الحليم شرر الكهنوى	ت : جلال الحفناوى
٢٨٢ - طبيعة العلم غير الطبيعية	لويس ولبيرت	ت : سمير حنا صادق
٢٨٣ - السهل يحترق	خوان رولفو	ت : على البمبى
٢٨٤ - هرقل مجنوناً	يوريبيدس	ت : أحمد عتمان
٢٨٥ - رحلة الخواجة حسن نظامى	حسن نظامى	ت : سمير عبد الحميد
٢٨٦ - سياحت نامه إبراهيم بك ج٢	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
٢٨٧ - الثقافة والعولمة والنظام العالمى	أنتونى كينج	ت : محمد يحيى وآخرون
٢٨٨ - الفن الروائى	ديفيد لودج	ت : ماهر البطوطى
٢٨٩ - ديوان منجوهرى الدامغانى	أبو نجم أحمد بن قوص	ت : محمد نور الدين
٢٩٠ - علم اللغة والترجمة	جورج مونان	ت : أحمد زكريا إبراهيم
٢٩١ - المسرح الإسبانى فى القرن العشرين ج١	فرانشسكو رويس رامون	ت : السيد عبد الظاهر
٢٩٢ - المسرح الإسبانى فى القرن العشرين ج٢	فرانشسكو رويس رامون	ت : السيد عبد الظاهر

٢٩٣ – مقدمة للأدب العربى	روجر آلان	ت : نخبة من المترجمين
٢٩٤ – فن الشعر	بوالو	ت : رجاء ياقوت صالح
٢٩٥ – سلطان الأسطورة	جوزيف كامبل	ت : بدر الدين حب الله الديب
٢٩٦ – مكبث	وليم شكسبير	ت : محمد مصطفى بدوى
٢٩٧ – فن النحو بين اليونانية والسوريانية	ديونيسيوس ثراكس – يوسف الأهوانى	ت : ماجدة محمد أنور
٢٩٨ – مأساة العبيد	أبو بكر تفاوابليوه	ت : مصطفى حجازى السيد
٢٩٩ – ثورة التكنولوجيا الحيوية	جين ل. ماركس	ت : هاشم أحمد فؤاد
٣٠٠ – أسطورة بروميثيوس مج١	لويس عوض	ت : جمال الجزيرى وبهاء چاهين
٣٠١ – أسطورة بروميثيوس مج٢	لويس عوض	ت : جمال الجزيرى ومحمد الجندى
٣٠٢ – فنجنشتين	جون هيتون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٣ – بـوذا	جين هوب وبورن فان لون	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٤ – ماركس	ريـوس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٥ – الجلد	كروزيو مالابارته	ت : صلاح عبد الصبور
٣٠٦ – الحماسة – النقد الكانطى للتاريخ	چان – فرانسوا ليوتار	ت : نبيل سعد
٣٠٧ – الشعور	ديفيد بابينو	ت : محمود محمد أحمد
٣٠٨ – علم الوراثة	ستيف جونز	ت : ممدوح عبد المنعم أحمد
٣٠٩ – الذهن والمخ	انجوس چيلاتى	ت : جمال الجزيرى
٣١٠ – يونج	ناجى هيد	ت : محيى الدين محمد حسن
٣١١ – مقال فى المنهج الفلسفى	كولنجوود	ت : فاطمة إسماعيل
٣١٢ – روح الشعب الأسود	وليم دى بويز	ت : أسعد حليم
٣١٣ – أمثال فلسطينية	خايير بيان	ت : عبد الله الجعيدى
٣١٤ – الفن كعدم	جينس مينيك	ت : هويدا السباعى
٣١٥ – جرامشى فى العالم العربى	ميشيل بروندينو	ت :كاميليا صبحى
٣١٦ – محاكمة سقراط	أ. ف. ستون	ت : نسيم مجلى
٣١٧ – بلا غد	شير لايموفا – زنيكين	ت : أشرف الصباغ
٣١٨ – الأدب الروسى فى السنوات العشر الأخيرة	نخبة	ت : أشرف الصباغ
٣١٩ – صور دريدا	جايتر ياسبيفاك وكرستوفر نوريس	ت : حسام نايل
٣٢٠ – لمعة السراج لحضرة التاج	مؤلف مجهول	ت : محمد علاء الدين منصور
٣٢١ – تاريخ إسبانيا الإسلامية (مج ٢، ج١)	ليفى برو فنسال	ت : نخبة من المترجمين
٣٢٢ – وجهات نظر حديثة فى تاريخ الفن الغربى	دبليو. إيوجين كلينباور	ت : خالد مفلح حمزة
٣٢٣ – فن الساتورا	تراث يونانى قديم	ت : هانم سليمان
٣٢٤ – اللعب بالنار	أشرف أسدى	ت : محمود سلامة علاوى
٣٢٥ – عالم الآثار	فيليب بوسان	ت : كرستين يوسف
٣٢٦ – المعرفة والمصلحة	جورجين هابرماس	ت : حسن صقر
٣٢٧ – مختارات شعرية مترجمة	نخبة	ت : توفيق على منصور
٣٢٨ – يوسف وزليخة	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت : عبد العزيز بقوش
٣٢٩ – رسائل عيد الميلاد	تد هيوز	ت : محمد عيد إبراهيم

٣٣٠ - كل شيء عن التمثيل الصامت	مارفن شبرد	ت : سامي صلاح
٣٣١ - عندما جاء السردين	ستيفن جراى	ت : سامية دياب
٣٣٢ - رحلة شهر العسل وقصص أخرى	نخبة	ت : على إبراهيم على منوفى
٣٣٣ - الإسلام فى بريطانيا	نبيل مطر	ت : بكر عباس
٣٣٤ - لقطات من المستقبل	آرثر س. كلارك	ت : مصطفى فهمى
٣٣٥ - عصر الشك	ناتالى ساروت	ت : فتحى العشرى
٣٣٦ - متون الأهرام	نصوص قديمة	ت : حسن صابر
٣٣٧ - فلسفة الولاء	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٣٣٨ - نظرات حائرة وقصص أخرى من الهند	نخبة	ت : جلال السعيد الحفناوى
٣٣٩ - تاريخ الأدب فى إيران جـ٣	على أصغر حكمت	ت : محمد علاء الدين منصور
٣٤٠ - اضطراب فى الشرق الأوسط	بيرش بيربيروجلو	ت : فخرى لبيب
٣٤١ - قصائد من رلكه	راينر ماريا رلكه	ت : حسن حلمى
٣٤٢ - سلامان وأبسال	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت : عبد العزيز بقوش
٣٤٣ - العالم البرجوازى الزائل	نادين جورديمر	ت : سمير عبد ربه
٣٤٤ - الموت فى الشمس	بيتر بلانجوه	ت : سمير عبد ربه
٣٤٥ - الركض خلف الزمن	بونه ندائى	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٣٤٦ - سحر مصر	رشاد رشدى	ت : جمال الجزيرى
٣٤٧ - الصبية الطائشون	جان كوكتو	ت : بكر الحلو
٣٤٨ - المتصوفة الأولون فى الأدب التركى جـ١	محمد فؤاد كوبريلى	ت : عبد الله أحمد إبراهيم
٣٤٩ - دليل القارئ إلى الثقافة الجادة	أرثر والدرون وآخرين	ت : أحمد عمر شاهين
٣٥٠ - بانوراما الحياة السياحية	أقلام مختلفة	ت : عطية شحاتة
٣٥١ - مبادئ المنطق	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٣٥٢ - قصائد من كفافيس	قسطنطين كفافيس	ت : نعيم عطية
٣٥٣ - الفن الإسلامى فى الأندلس (هندسية)	باسيليو بابون مالدونالد	ت : على إبراهيم على منوفى
٣٥٤ - الفن الإسلامى فى الأندلس (نباتية)	باسيليو بابون مالدونالد	ت : على إبراهيم على منوفى
٣٥٥ - التيارات السياسية فى إيران	حجت مرتضى	ت : محمود سلامة علاوى
٣٥٦ - الميراث المر	بول سالم	ت : بدر الرفاعى
٣٥٧ - متون هيرميس	نصوص قديمة	ت : عمر الفاروق عمر
٣٥٨ - أمثال الهوسا العامية	نخبة	ت : مصطفى حجازى السيد
٣٥٩ - محاورات بارمنيدس	أفلاطون	ت : حبيب الشارونى
٣٦٠ - أنثروبولوجيا اللغة	أندريه جاكوب ونويلا باركان	ت : ليلى الشربينى
٣٦١ - التصحر : التهديد والمجابهة	آلان جرينجر	ت : عاطف معتمد وآمال شاور
٣٦٢ - تلميذ بابنبرج	هاينرش شبورال	ت : سيد أحمد فتح الله
٣٦٣ - حركات التحرر الأفريقى	ريتشارد جيبسون	ت : صبرى محمد حسن
٣٦٤ - حداثة شكسبير	إسماعيل سراج الدين	ت : نجلاء أبو عجاج
٣٦٥ - سأم باريس	شارل بودلير	ت : محمد أحمد حمد
٣٦٦ - نساء يركضن مع الذئاب	كلاريسا بنكولا	ت : مصطفى محمود محمد
٣٦٧ - القلم الجرىء	نخبة	ت : البراق عبد الهادى رضا

٣٦٨ – المصطلح السردي	جيرالد برنس	ت : عابد خزندار
٣٦٩ – المرأة في أدب نجيب محفوظ	فوزية العشماوي	ت : فوزية العشماوي
٣٧٠ – الفن والحياة في مصر الفرعونية	كليرلا لويت	ت : فاطمة عبد الله محمود
٣٧١ – المتصوفة الأولون في الأدب التركي جـ٢	محمد فؤاد كوبريلي	ت : عبد الله أحمد إبراهيم
٣٧٢ – عاش الشباب	وانغ مينغ	ت : وحيد السعيد عبد الحميد
٣٧٣ – كيف تعد رسالة دكتوراه	أمبرتو إيكو	ت : علي إبراهيم علي منوفي
٣٧٤ – اليوم السادس	أندريه شديد	ت : حمادة إبراهيم
٣٧٥ – الخلود	ميلان كونديرا	ت : خالد أبو اليزيد
٣٧٦ – الغضب وأحلام السنين	نخبة	ت : إدوار الخراط
٣٧٧ – تاريخ الأدب في إيران جـ٤	علي أصغر حكمت	ت : محمد علاء الدين منصور
٣٧٨ – المسافر	محمد إقبال	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٣٧٩ – ملك في الحديقة	سنيل باث	ت : جمال عبد الرحمن
٣٨٠ – حديث عن الخسارة	جونتر جراس	ت : شيرين عبد السلام
٣٨١ – أساسيات اللغة	ر. ل. تراسك	ت : رانيا إبراهيم يوسف
٣٨٢ – تاريخ طبرستان	بهاء الدين محمد إسفنديار	ت : أحمد محمد نادي
٣٨٣ – هدية الحجاز	محمد إقبال	ت : سمير عبد الحميد إبراهيم
٣٨٤ – القصص التي يحكيها الأطفال	سوزان إنجيل	ت : إيزابيل كمال
٣٨٥ – مشتري العشق	محمد علي بهزادراد	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٣٨٦ – دفاعاً عن التاريخ الأدبي النسوي	جانيت تود	ت : ريهام حسين إبراهيم
٣٨٧ – أغنيات وسوناتات	چون دن	ت : بهاء چاهين
٣٨٨ – مواعظ سعدي الشيرازي	سعدي الشيرازي	ت : محمد علاء الدين منصور
٣٨٩ – من الأدب الباكستاني المعاصر	نخبة	ت : سمير عبد الحميد إبراهيم
٣٩٠ – الأرشيفات والمدن الكبرى	نخبة	ت : عثمان مصطفى عثمان
٣٩١ – الحافلة الليلكية	مايف بينشي	ت : منى الدروبي
٣٩٢ – مقامات ورسائل أندلسية	فرناندو دي لاجرانخا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٣٩٣ – في قلب الشرق	ندوة لويس ماسينيون	ت : زينب محمود الخضيري
٣٩٤ – القوى الأربع الأساسية في الكون	بول ديفيز	ت : هاشم أحمد محمد
٣٩٥ – آلام سياوش	إسماعيل فصيح	ت : سليم حمدان
٣٩٦ – السافاك	تقي نجاري راد	ت :محمود سلامة علاوي
٣٩٧ – نيتشه	لورانس جين	ت :إمام عبد الفتاح إمام
٣٩٨ – سارتر	فيليب تودي	ت :إمام عبد الفتاح إمام
٣٩٩ – كامي	ديفيد ميروفتس	ت :إمام عبد الفتاح إمام
٤٠٠ – مومو	مشيائيل إنده	ت : باهر الجوهري
٤٠١ – الرياضيات	زيادون ساردر	ت : ممدوح عبد المنعم
٤٠٢ – هوكنج	ج . ب . ماك ايفوي	ت : ممدوح عبد المنعم
٤٠٣ – ربة المطر والملابس تصنع الناس	توبور شتورم	ت : عماد حسن بكر
٤٠٤ – تعويذة الحسي	ديفيد إبرام	ت : ظبية خميس
٤٠٥ – إيزابيل	أندريه جيد	ت : حمادة إبراهيم
٤٠٦ – المستعربون الإسبان في القرن ١٩	مانويلا مانتاناريس	ت : جمال أحمد عبد الرحمن
٤٠٧ – الأدب الإسباني المعاصر بأقلام كتابه	أقلام مختلفة	ت : طلعت شاهين
٤٠٨ – معجم تاريخ مصر	جوان فوتشركنج	ت : عنان الشهاوي
٤٠٩ – انتصار السعادة	برتراند راسل	ت : إلهامي عمارة

٤١٠ – خلاصة القرن	كارل بوبر	ت : الزواوى بغورة
٤١١ – همس من الماضى	جينيفر أكرمان	ت : أحمد مستجير
٤١٢ – تاريخ إسبانيا الإسلامية (مج ٢، ج٢)	ليفى بروفنسال	ت : نخبة
٤١٣ – أغنيات المنفى	ناظم حكمت	ت : محمد البخارى
٤١٤ – الجمهورية العالمية للآداب	باسكال كازانوفا	ت : أمل الصبان
٤١٥ – صورة كوكب	فريدريش دورنيمات	ت : أحمد كامل عبد الرحيم
٤١٦ – مبادئ النقد الأدبى والعلم والشعر	أ. أ. رتشاردز	ت : مصطفى بدوى
٤١٧ – تاريخ النقد الأدبى الحديث ج٥	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٤١٨ – سياسات الزمر الحاكمة فى مصر العثمانية	جين هاثواى	ت : عبد الرحمن الشيخ
٤١٩ – العصر الذهبى للإسكندرية	جون ماريو	ت : نسيم مجلى
٤٢٠ – مكرو ميجاس	فولتير	ت : الطيب بن رجب
٤٢١ – الولاء والقيادة فى المجتمع الإسلامى	روى متحدة	ت : أشرف محمد كيلانى
٤٢٢ – رحلة لاستكشاف أفريقيا جـ١	نخبة	ت : عبد الله عبد الرازق إبراهيم
٤٢٣ – إسراءات الرجل الطيف	نخبة	ت : وحيد النقاش
٤٢٤ – لوائح الحق ولوامع العشق	نور الدين عبد الرحمن الجامى	ت : محمد علاء الدين منصور
٤٢٥ – من طاووس حتى فرح	محمود طلوعى	ت : محمود سلامة علاوى
٤٢٦ – الخفافيش وقصص أخرى من أفغانستان	نخبة	ت : محمد علاء الدين منصور وعبد الحفيظ يعقوب
٤٢٧ – باندراس الطاغية	باى إنكلان	ت : ثريا شلبى
٤٢٨ – الخزانة الخفية	محمد هوتك	ت : محمد أمان صافى
٤٢٩ – هيجل	ليود سبنسر وأندرزجى كروز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٤٣٠ – كانط	كرستوفر وانت وأندزجى كليموفسكى	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٤٣١ – فوكو	كريس هيروكس وزوران جفتيك	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٤٣٢ – ماكيافللى	باتريك كيرى وأوسكار زاريت	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٤٣٣ – جويس	ديفيد نوريس وكارل فلنت	ت : حمدى الجابرى
٤٣٤ – الرومانسية	دونكان هيث وجودى بورهام	ت : عصام حجازى
٤٣٥ – توجهات ما بعد الحداثة	نيكولاس زربرج	ت : ناجى رشوان
٤٣٦ – تاريخ الفلسفة (مج١)	فردريك كوبلستون	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٤٣٧ – رحالة هندى فى بلاد الشرق	شبلى النعمانى	ت : جلال السعيد الحفناوى
٤٣٨ – بطلات وضحايا	إيمان ضياء الدين بيبرس	ت : عايدة سيف الدولة
٤٣٩ – موت المرابى	صدر الدين عينى	ت : محمد علاء الدين منصور وعبد الحفيظ يعقوب
٤٤٠ – قواعد اللهجات العربية	كرستن بروستاد	ت : محمد الشرقاوى
٤٤١ – رب الأشياء الصغيرة	أروندانى روى	ت : فخرى لبيب
٤٤٢ – حتشبسوت (المرأة الفرعونية)	فوزية أسعد	ت : ماهر جويجاتى
٤٤٣ – اللغة العربية	كيس نرستيغ	ت : محمد الشرقاوى
٤٤٤ – أمريكا اللاتينية : الثقافات القديمة	لاوريت سيجورنه	ت : صالح علمانى
٤٤٥ – حول وزن الشعر	پرويز ناتل خانلرى	ت : محمد محمد يونس
٤٤٦ – التحالف الأسود	ألكسندر كوكبرن وجيفرى سانت كلير	ت : أحمد محمود

٤٤٧ – نظرية الكم	ج. ب. ماك ايفوى	ت : ممدوح عبد المنعم
٤٤٨ – علم نفس التطور	ديلان ايفانز – أوسكار زاريت	ت : ممدوح عبد المنعم
٤٤٩ – الحركة النسائية	مجموعة	ت : جمال الجزيرى
٤٥٠ – ما بعد الحركة النسائية	صوفيا فوكا – ريبيكارايت	ت : جمال الجزيرى
٤٥١ – الفلسفة الشرقية	ريتشارد أوزبورن / بورن ڤان لون	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٤٥٢ – لينين والثورة الروسية	ريتشارد إبجنانزى / أوسكار زاريت	ت : محى الدين مزيد
٤٥٣ – القاهرة : إقامة مدينة حديثة	جان لوك أرنو	ت : حليوم طوسون وفؤاد الدهان
٤٥٤ – خمسون عامًا من السينما الفرنسية	رينيه بريدال	ت : سوزان خليل
٤٥٥ – تاريخ الفلسفة الحديثة (مج ٥)	فردريك كوبلستون	ت : محمود سيد أحمد
٤٥٦ – لا تنسنى	مريم جعفرى	ت : هويدا عزت محمد
٤٥٧ – النساء فى الفكر السياسى الغربى	سوزان موللر اوكين	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٤٥٨ – الموريسكيون الأندلسيون	خوليو كارو باروخا	ت : جمال عبد الرحمن
٤٥٩ – نحو مفهوم لاقتصاديات الموارد الطبيعية	توم تيتنبرج	ت : جلال البنا
٤٦٠ – الفاشية والنازية	ستوارت هود – ليتزا جانستز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٤٦١ – لكان	داريان ليدر – جودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٤٦٢ – طه حسين من الأزهر إلى السوربون	عبد الرشيد الصادق محمودى	ت : عبد الرشيد الصادق محمودى
٤٦٣ – الدولة المارقة	ويليام بلوم	ت : كمال السيد
٤٦٤ – ديمقراطية القلة	ميكائيل بارنتى	ت : حصة منيف
٤٦٥ – قصص اليهود	لويس جنزبرج	ت : جمال الرفاعى
٤٦٦ – حكايات حب وبطولات فرعونية	فيولين فانويك	ت : فاطمة محمود
٤٦٧ – التفكير السياسى	ستيفين ديلو	ت : ربيع وهبة
٤٦٨ – روح الفلسفة الحديثة	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٤٦٩ – جلال الملوك	نصوص حبشية قديمة	ت : مجدى عبد الرازق
٤٧٠ – الأراضى والجودة البيئية	نخبة	ت : محمد السيد النتة
٤٧١ – رحلة لاستكشاف أفريقيا ج٢	نخبة	ت : عبد الله الرازق إبراهيم
٤٧٢ – دون كيخوتى (القسم الأول)	ميجيل دى ثربانتس سابيدرا	ت : سليمان العطار
٤٧٣ – دون كيخوتى (القسم الثانى)	ميجيل دى ثربانتس سابيدرا	ت : سليمان العطار
٤٧٤ – الأدب والنسوية	بام موريس	ت : سهام عبد السلام
٤٧٥ – صوت مصر : أم كلثوم	فرجينيا دانيلسون	ت : عادل هلال عنانى
٤٧٦ – أرض الحبايب بعيدة : بيرم التونسى	ماريلين بوث	ت : سحر توفيق
٤٧٧ – تاريخ الصين	هيلدا هوخام	ت : أشرف كيلانى
٤٧٨ –الصين والولايات المتحدة	ليو شيه تشنج ولى شى دونج	ت : عبد العزيز حمدى
٤٧٩ – المقهى (مسرحية صينية)	لاوشه	ت : عبد العزيز حمدى
٤٨٠ – تساى ون جى (مسرحية صينية)	كو مو روا	ت : عبد العزيز حمدى
٤٨١ – عباءة النبى	روى متحدة	ت : رضوان السيد
٤٨٢ – موسوعة الأساطير والرموز الفرعونية	روبير جاك تيبو	ت : فاطمة محمود
٤٨٣ – النسوية وما بعد النسوية	سارة جامبل	ت : أحمد الشامى
٤٨٤ – جمالية التلقى	هانسن روبيرت ياوس	ت : رشيد بنحدو

٤٨٥ - التوبة (رواية)	نذير أحمد الدهلوى	ت : سمير عبد الحميد إبراهيم
٤٨٦ - الذاكرة الحضارية	يان أسمن	ت : عبد الحليم عبد الغنى رجب
٤٨٧ - الرحلة الهندية إلى الجزيرة العربية	رفيع الدين المراد آبادى	ت : سمير عبد الحميد إبراهيم
٤٨٨ - الحب الذى كان وقصائد أخرى	نخبة	ت : سمير عبد الحميد إبراهيم
٤٨٩ - هُسُرل : الفلسفة علمًا دقيقًا	هُسُرل	ت : محمود رجب
٤٩٠ - أسمار الببغاء	محمد قدرى	ت : عبد الوهاب علوب
٤٩١ - نصوص قصصية من روائع الأدب الأفريقى	نخبة	ت : سمير عبد ربه
٤٩٢ - محمد على مؤسس مصر الحديثة	جى فارجيت	ت : محمد رفعت عواد
٤٩٣ - خطابات إلى طالب الصوتيات	هارولد بالمر	ت . محمد صالح الضالع
٤٩٤ - كتاب الموتى (الخروج فى النهار)	نصوص مصرية قديمة	ت : شريف الصيفى
٤٩٥ - اللوبى	إدوارد تيفان	ت : حسن عبد ربه المصرى
٤٩٦ - الحكم والسياسة فى أفريقيا جـ١	إكوادو بانولى	ت : مجموعة من المترجمين
٤٩٧ - العلمانية والنوع والدولة فى الشرق الأوسط	نادية العلىّ	ت : مصطفى رياض
٤٩٨ - النساء والنوع فى الشرق الأوسط الحديث	جوديث تاكر ومارجريت مريودز	ت : أحمد على بدوى
٤٩٩ - تقاطعات : الأمة والمجتمع والجنس	نخبة	ت : فيصل بن خضراء
٥٠٠ - فى طفولتى (دراسة فى السيرة الذاتية العربية)	تيتز رووكى	ت : طلعت الشايب
٥٠١ - تاريخ النساء فى الغرب	آرثر جولد هامر	ت : سحر فراج
٥٠٢ - أصوات بديلة	هدى الصدّة	ت : هالة كمال
٥٠٣ - مختارات من الشعر الفارسى الحديث	نخبة	ت : محمد نور الدين عبد المنعم
٥٠٤ - كتابات أساسية ج١	مارتن هايدجر	ت : إسماعيل المصدق
٥٠٥ - كتابات أساسية ج٢	مارتن هايدجر	ت : إسماعيل المصدق
٥٠٦ - ربما كان قديسًا	آن تيلر	ت : عبد الحميد فهمى الجمال
٥٠٧ - سيدة الماضى الجميل	بيتر شيفر	ت : شوقى فهيم
٥٠٨ - المولوية بعد جلال الدين الرومى	عبد الباقى جلبنارلى	ت : عبد الله أحمد إبراهيم
٥٠٩ - الفقر والإحسان فى عهد سلاطين المماليك	آدم صبرة	ت : قاسم عبده قاسم
٥١٠ - الأرملة الماكرة	كارلو جولدونى	ت : عبد الرازق عيد
٥١١ - كوكب مرقّع	آن تيلر	ت : عبد الحميد فهمى الجمال
٥١٢ - كتابة النقد السينمائى	تيموثى كوريجان	ت : جمال عبد الناصر
٥١٣ - العلم الجسور	تيد أنتون	ت : مصطفى إبراهيم فهمى

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

رقم الإيداع ٧٣٦٤ / ٢٠٠٣

المجلس الأعلى للثقافة



سبعة علماء يُغيِّرون عالمنا

العِلْم الجَسور

يتلكأ الباحث منا وراء محاضرة، أو يلاقى أغرابًا، أو يتمسك بفكرة تتجاوز أيًا مما يظن الآخرون أن له أهمية، ومهما يكن عدد اللقاءات التى يجريها المؤلف كثيرًا، فإن إعادة تقصى مسار عملية الإبداع هذه لمهمة صعبة، وسنجد أن إعادة رواية الأحداث التى أدت إلى تبصر جديد، والتوليف بين عقول كثيرة عملت معًا فى إخفاقات أليمة، وأفكار مستحوذة تشبه استحواذات الطفولة، كل هذا يشبه نوعًا محاولة تعريف ما لا يمكن تعريفه.

يعطى هذا الكتاب صورًا من «بروفيل» لسبعة من الباحثين فى العلم النفعى فى مجالات أساسية تغير من عالمنا، ولقد اتبعوا فى أبحاثهم طرائق تناول خلاقة شكسة نتجت فى جزء منها عن الدمج الجديد بين مجالات لا علاقة بينها، ساهم فيها - فى اللحظة نفسها - محترفون وهواة عبر العالم كله، بما يشبه كثيرًا نشأة عصر النهضة باكتشاف أوروبا للسفر، وللمعرفة العربية والشرقية والكلاسيكية، وكذلك نشأته بانهيار تراتب الطبقات الاجتماعية، كما أن هذا التدفق الجديد نتج - فى جزء منه - عن التوسع المكثف فى الإعلام العلمى والتفاعل مع الجمهور.

الرسم و التصميم : مهند قاسم